

Programa General 2022

del 02 al 07 de octubre en el Palacio de Convenciones, Zacatecas, Zac.



Congreso Nacional de Física 2022 Zacatecas, Zac.



XXXVII Encuentro Nacional de Divulgación Científica



PRESENTACIÓN

Estimados participantes del LXV Congreso Nacional de Física, Zacatecas Zac. 2022. Desde el Palacio de Convenciones de esta bella ciudad, es motivo de enorme satisfacción darles la más cordial bienvenida al encuentro de la comunidad de profesionales y estudiantes de la física de nuestro país.

En esta ocasión en formato híbrido, en el cual esperamos tener una amplia participación tanto en forma presencial como en línea. En esta modalidad (en línea), se espera también una amplia participación de colegas del extranjero. El regreso a las actividades presenciales por parte de la SMF tras dos Congresos llevados a cabo en línea, (2020 y 2021), debido a la situación de pandemia que vivimos, ha supuesto para la Sociedad Mexicana de Física todo un reto para habilitar el formato híbrido que posiblemente será el que prevalezca en el futuro. En el Programa de Actividades, destaca el diálogo que lleva por título “Vida extraterrestre: Dos puntos de vista opuestos”, entre los Dres. Antonio Araujo y Luis Felipe Rodríguez, ambos miembros de El Colegio Nacional, con la participación de la Dra. Deborah Dultzin, del Instituto de Astronomía de la UNAM, quien fungirá como Moderadora. Destaca también la Mesa Redonda Inaugural, titulada “El quehacer de los físicos ante la complejidad del cambio climático”, con la participación de la Dra. Paulina Ordoñez Pérez, del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, (ICAYCC) UNAM, de la MSc. Idalia Machuca, Offshore Wind North America, DNV, y de la Dra. Vala Hjorleifsdottir, del Reykjavík Energy, con la participación de la Dra. Karina Ramos Musalem (ICAYCC) como moderadora. Asimismo, se presentará la Mesa Redonda que lleva por título “Impacto de la pandemia en la formación de los científicos” con la participación de los Dres. Rubén Ibarra Reyes, Rector de la Universidad Autónoma de Zacatecas y Manuel Torres Labansat, Coordinador General de Estudios de Postgrado de la UNAM, moderados por la Dra. Silvia Torres Peimbert, del instituto de Astronomía de la UNAM.

Asimismo, contaremos a lo largo de nuestro Congreso con destacados invitados tanto nacionales como extranjeros en los diversos temas que conforman el programa.

Esta edición reunirá en forma presencial y virtual a más de 2,500 participantes de todo el país y el extranjero, entre estudiantes, profesores e investigadores de diversas instituciones y ramas que conforman el área. Los trabajos se presentarán en sesiones plenarias, simultáneas y murales, bajo la modalidad "Híbrida" y con la posibilidad de participación de una gran cantidad de investigadores y estudiantes de otras partes del mundo. Cabe mencionar que el canal de YouTube "SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA TV", alojará las conferencias impartidas en el Congreso y se transmitirán también desde la cuenta “Sociedad Mexicana de Física” de la plataforma de FB live.

Como es tradición, paralelamente se llevará a cabo el XXXVII Encuentro Nacional de Divulgación Científica (ENDC). En jardines y plazas de la Cd. de Zacatecas, se darán cita especialistas en divulgación de todo el país con el fin de enseñar de manera didáctica, creativa y divertida, diferentes fenómenos de la física a niños, jóvenes y público no especializado. Este año habrá 750 actividades de ciencia recreativa con público local, 10 conferencias y se espera la participación de alrededor de 5,000 personas.

Tendremos también dos cursos paralelos que se llevarán a cabo en instalaciones del Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología (COZCYT), los cuales son, el ya tradicional “Curso para Entrenadores de Olimpiadas de Física” y el taller “Contar la ciencia de viva voz: historias sonoras, fuentes y metodologías”, así como en el Palacio de Convenciones se realizará el 16th International Symposium on Radiation Physics.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a las Autoridades del Estado, a la Ciudad de Zacatecas, al Comité Local y a todos quienes han colaborado y seguirán colaborando con entusiasmo para la realización de las actividades que se llevarán a cabo en estos días.

Esperamos que tengan una productiva y enriquecedora semana.

Comité Organizador CNF2022

Sociedad Mexicana de Física

Pláticas y Murales

| | |
|--|-----------|
| Plenarias (Salón Pedro Coronel), Lunes 3 | 1 |
| Astrofísica | 1 |
| Física de Radiaciones | 1 |
| Enseñanza | 1 |
| Física de Plasmas | 1 |
| Plenarias (Salón Pedro Coronel), Martes 4 | 3 |
| Física Atómica y Molecular | 3 |
| Dinámica de Fluidos | 3 |
| Gravitación y Física Matemática | 3 |
| Plenarias (Salón Pedro Coronel), Miércoles 5 | 4 |
| Materia Condensada y Nanotecnología | 4 |
| Física Médica | 4 |
| Plenarias (Salón Pedro Coronel), Jueves 6 | 5 |
| Información Cuántica | 5 |
| Rayos Cósmicos | 5 |
| Física Estadística y Termodinámica | 5 |
| Plenarias (Salón Pedro Coronel), Viernes 7 | 6 |
| Estado Sólido | 6 |
| Óptica | 6 |
| Partículas y Campos | 6 |
| Simultánea (Salón Danzantes (A)), Martes 4 | 7 |
| Sistemas no Lineales | 7 |
| Sistemas no Lineales | 7 |
| Física de Plasmas | 8 |
| Simultánea (Salón Danzantes (A)), Miércoles 5 | 11 |
| Física de Sistemas Complejos | 11 |
| Física de Plasmas | 12 |

| | |
|---|-----------|
| Física de Plasmas | 14 |
| Simultánea (Salón Danzantes (A)), Jueves 6 | 15 |
| COVID-19 | 15 |
| COVID-19 | 15 |
| Partículas y Campos | 16 |
| Partículas y Campos | 18 |
| Simultánea (Salón Fuego (A)), Martes 4 | 19 |
| Dinámica de Fluidos | 19 |
| Partículas y Campos | 20 |
| Simultánea (Salón Fuego (A)), Miércoles 5 | 22 |
| Física Médica | 22 |
| Física Médica | 22 |
| Rayos Cósmicos | 24 |
| Simultánea (Salón Fuego (A)), Jueves 6 | 26 |
| Física Médica | 26 |
| Simultánea (Salón Fuego (A)), Viernes 7 | 28 |
| Información Cuántica | 28 |
| Simultánea (Salón Fuego (B)), Lunes 3 | 30 |
| Materia Condensada y Nanotecnología | 30 |
| Materia Condensada y Nanotecnología | 30 |
| Simultánea (Salón Fuego (B)), Martes 4 | 33 |
| Enseñanza | 33 |
| Materia Condensada y Nanotecnología | 34 |
| Materia Condensada y Nanotecnología | 35 |
| Simultánea (Salón Fuego (B)), Miércoles 5 | 38 |
| Óptica | 38 |
| Materia Condensada y Nanotecnología | 40 |

| | |
|--|-----------|
| Simultánea (Salón Fuego (B)), Jueves 6 | 44 |
| Óptica | 44 |
| Óptica | 45 |
| Materia Condensada y Nanotecnología | 46 |
| Simultánea (Salón Fuego (B)), Viernes 7 | 49 |
| Óptica | 49 |
| Óptica | 49 |
| Óptica | 50 |
| Simultánea (Salón Fuego (C)), Martes 4 | 51 |
| Física Atómica y Molecular | 51 |
| Estado Sólido | 52 |
| Simultánea (Salón Fuego (C)), Miércoles 5 | 56 |
| Física Atómica y Molecular | 56 |
| Física Atómica y Molecular | 56 |
| Estado Sólido | 57 |
| Simultánea (Salón Fuego (C)), Jueves 6 | 60 |
| Estado Sólido | 60 |
| Estado Sólido | 61 |
| Simultánea (Salón Fuego (C)), Viernes 7 | 62 |
| Partículas y Campos | 62 |
| Partículas y Campos | 62 |
| Simultánea (Salón Luna (A)), Lunes 3 | 64 |
| Astrofísica | 64 |
| Astrofísica | 64 |
| Simultánea (Salón Luna (A)), Martes 4 | 68 |
| Astrofísica | 68 |
| Astrofísica | 71 |
| Simultánea (Salón Luna (A)), Miércoles 5 | 73 |

| | |
|---|------------|
| Astrofísica | 73 |
| Astrofísica | 73 |
| Astrofísica | 74 |
| Simultánea (Salón Luna (A)), Jueves 6 | 78 |
| Astrofísica | 78 |
| Astrofísica | 78 |
| Astrofísica | 79 |
| Simultánea (Salón Luna (A)), Viernes 7 | 84 |
| Astrofísica | 84 |
| Astrofísica | 85 |
| Simultánea (Salón Luna (B)), Lunes 3 | 86 |
| Enseñanza | 86 |
| Simultánea (Salón Luna (B)), Martes 4 | 88 |
| Física Cuántica | 88 |
| Física Atómica y Molecular | 89 |
| Simultánea (Salón Luna (B)), Miércoles 5 | 92 |
| Enseñanza | 92 |
| Física Estadística y Termodinámica | 93 |
| Simultánea (Salón Luna (B)), Jueves 6 | 96 |
| Física Cuántica | 96 |
| Física Estadística y Termodinámica | 97 |
| Simultánea (Salón Luna (B)), Viernes 7 | 99 |
| Física Estadística y Termodinámica | 99 |
| Simultánea (Salón Luna (C)), Martes 4 | 101 |
| Estado Sólido | 101 |
| Gravitación y Física Matemática | 103 |
| Simultánea (Salón Luna (C)), Miércoles 5 | 105 |

| | |
|---|------------|
| Estado Sólido | 105 |
| Estado Sólido | 106 |
| Gravitación y Física Matemática | 106 |
| Simultánea (Salón Luna (C)), Viernes 7 | 108 |
| Estado Sólido | 108 |
| Murales (Salón Caracol (A)), Lunes 3 | 110 |
| Astrofísica - LXV-004694 | 110 |
| Astrofísica - LXV-004790 | 110 |
| Astrofísica - LXV-004886 | 110 |
| Astrofísica - LXV-004936 | 111 |
| Astrofísica - LXV-005017 | 111 |
| Astrofísica - LXV-005050 | 111 |
| Astrofísica - LXV-005085 | 112 |
| Astrofísica - LXV-005091 | 112 |
| Astrofísica - LXV-005137 | 112 |
| Astrofísica - LXV-005222 | 113 |
| Astrofísica - LXV-005223 | 113 |
| Astrofísica - LXV-005266 | 113 |
| Astrofísica - LXV-005285 | 113 |
| Astrofísica - LXV-005303 | 114 |
| Astrofísica - LXV-005323 | 114 |
| Astrofísica - LXV-005446 | 114 |
| Astrofísica - LXV-005485 | 115 |
| Astrofísica - LXV-005514 | 115 |
| Astrofísica - LXV-005523 | 115 |
| Astrofísica - LXV-005600 | 116 |
| Astrofísica - LXV-005677 | 116 |
| Astrofísica - LXV-005695 | 116 |
| Astrofísica - LXV-005719 | 117 |
| Astrofísica - LXV-005737 | 117 |

| | |
|--|-----|
| Astrofísica - LXV-005765 | 117 |
| Astrofísica - LXV-005801 | 118 |
| Astrofísica - LXV-005888 | 118 |
| Astrofísica - LXV-005985 | 118 |
| Astrofísica - LXV-005987 | 118 |
| Astrofísica - LXV-006103 | 119 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-004674 | 119 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005173 | 119 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005424 | 120 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005907 | 120 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-006056 | 120 |
| COVID-19 - LXV-004459 | 121 |
| COVID-19 - LXV-005454 | 121 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-004503 | 121 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-004803 | 121 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-004956 | 122 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-005544 | 122 |
| Enseñanza - LXV-004443 | 122 |
| Enseñanza - LXV-004525 | 123 |
| Enseñanza - LXV-004624 | 123 |
| Enseñanza - LXV-004639 | 123 |
| Enseñanza - LXV-004822 | 123 |
| Enseñanza - LXV-004846 | 124 |
| Enseñanza - LXV-004933 | 124 |
| Enseñanza - LXV-005041 | 125 |
| Enseñanza - LXV-005109 | 125 |
| Enseñanza - LXV-005169 | 125 |
| Enseñanza - LXV-005329 | 126 |
| Enseñanza - LXV-005353 | 126 |
| Enseñanza - LXV-005479 | 126 |
| Enseñanza - LXV-005568 | 127 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Enseñanza - LXV-005804 | 127 |
| Enseñanza - LXV-005812 | 127 |
| Enseñanza - LXV-005826 | 128 |
| Enseñanza - LXV-005837 | 128 |
| Enseñanza - LXV-005959 | 128 |
| Enseñanza - LXV-006009 | 129 |
| Enseñanza - LXV-006010 | 129 |
| Enseñanza - LXV-006036 | 130 |
| Enseñanza - LXV-006115 | 130 |
| Enseñanza - LXV-006160 | 130 |
| Estado Sólido - LXV-004434 | 130 |
| Estado Sólido - LXV-004555 | 131 |
| Estado Sólido - LXV-004625 | 131 |
| Estado Sólido - LXV-004663 | 131 |
| Estado Sólido - LXV-004677 | 132 |
| Estado Sólido - LXV-004836 | 132 |
| Estado Sólido - LXV-004879 | 132 |
| Estado Sólido - LXV-005185 | 133 |
| Estado Sólido - LXV-005231 | 133 |
| Estado Sólido - LXV-005275 | 134 |
| Estado Sólido - LXV-005427 | 134 |
| Estado Sólido - LXV-005457 | 134 |
| Estado Sólido - LXV-005486 | 135 |
| Estado Sólido - LXV-005577 | 135 |
| Estado Sólido - LXV-005645 | 135 |
| Estado Sólido - LXV-005793 | 136 |
| Estado Sólido - LXV-005847 | 136 |
| Estado Sólido - LXV-005938 | 137 |
| Estado Sólido - LXV-006068 | 137 |
| Estado Sólido - LXV-006085 | 137 |
| Estado Sólido - LXV-006111 | 138 |

| | |
|---|-----|
| Estado Sólido - LXV-006162 | 138 |
| Estado Sólido - LXV-006181 | 139 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004563 | 139 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004564 | 139 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004883 | 140 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004959 | 140 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005660 | 140 |
| Física Cuántica - LXV-004738 | 141 |
| Física Cuántica - LXV-004855 | 141 |
| Física Cuántica - LXV-005180 | 141 |
| Física Cuántica - LXV-005762 | 141 |
| Física de Plasmas - LXV-004545 | 142 |
| Física de Plasmas - LXV-004592 | 142 |
| Física de Plasmas - LXV-004613 | 142 |
| Física de Plasmas - LXV-004860 | 143 |
| Física de Plasmas - LXV-005162 | 143 |
| Física de Plasmas - LXV-005628 | 144 |
| Física de Plasmas - LXV-005859 | 144 |
| Física de Plasmas - LXV-005928 | 144 |
| Física de Plasmas - LXV-006070 | 144 |
| Física de Radiaciones - LXV-005121 | 145 |
| Física de Radiaciones - LXV-005414 | 145 |
| Física de Radiaciones - LXV-005862 | 145 |
| Física de Radiaciones - LXV-005979 | 146 |
| Física de Radiaciones - LXV-006145 | 146 |
| Física de Sistemas Complejos - LXV-004444 | 146 |
| Física de Sistemas Complejos - LXV-005234 | 147 |
| Física de Sistemas Complejos - LXV-005913 | 147 |
| Física Médica - LXV-004557 | 147 |
| Física Médica - LXV-004874 | 148 |
| Física Médica - LXV-004931 | 148 |

| | |
|--|-----|
| Física Médica - LXV-005031 | 148 |
| Física Médica - LXV-005215 | 149 |
| Física Médica - LXV-005258 | 149 |
| Física Médica - LXV-005302 | 149 |
| Física Médica - LXV-005564 | 150 |
| Física Médica - LXV-005940 | 150 |
| Física Médica - LXV-005997 | 151 |
| Física Médica - LXV-006194 | 151 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004507 | 152 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004552 | 152 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004567 | 152 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004570 | 153 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004661 | 153 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004805 | 153 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005000 | 153 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005118 | 154 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005204 | 154 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005415 | 154 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005430 | 154 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005474 | 154 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005769 | 155 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005777 | 155 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005849 | 155 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-006100 | 155 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-004450 | 156 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-004768 | 156 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-004864 | 156 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-004887 | 156 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-005713 | 156 |
| Información Cuántica - LXV-004537 | 157 |
| Información Cuántica - LXV-004653 | 157 |

| | |
|--|-----|
| Información Cuántica - LXV-004732 | 158 |
| Información Cuántica - LXV-004844 | 158 |
| Información Cuántica - LXV-005178 | 158 |
| Información Cuántica - LXV-005334 | 158 |
| Información Cuántica - LXV-005398 | 159 |
| Información Cuántica - LXV-005585 | 159 |
| Información Cuántica - LXV-005799 | 159 |
| Información Cuántica - LXV-006121 | 160 |
| Información Cuántica - LXV-006163 | 160 |
| Instrumentación - LXV-004566 | 160 |
| Instrumentación - LXV-004917 | 161 |
| Instrumentación - LXV-005106 | 161 |
| Instrumentación - LXV-005429 | 161 |
| Instrumentación - LXV-005821 | 161 |
| Instrumentación - LXV-005963 | 162 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004461 | 162 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004482 | 163 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004668 | 163 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004787 | 163 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004791 | 164 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004963 | 164 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005072 | 164 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005305 | 165 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005339 | 165 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005397 | 166 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005526 | 166 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005655 | 166 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005728 | 166 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005739 | 167 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005744 | 167 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005877 | 167 |

| | |
|--|-----|
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005925 | 168 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006028 | 168 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006078 | 168 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006183 | 169 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006184 | 169 |
| Óptica - LXV-004500 | 169 |
| Óptica - LXV-004560 | 170 |
| Óptica - LXV-004642 | 170 |
| Óptica - LXV-004664 | 170 |
| Óptica - LXV-004742 | 171 |
| Óptica - LXV-004851 | 171 |
| Óptica - LXV-004869 | 171 |
| Óptica - LXV-004964 | 172 |
| Óptica - LXV-004982 | 172 |
| Óptica - LXV-004988 | 173 |
| Óptica - LXV-005016 | 173 |
| Óptica - LXV-005066 | 173 |
| Óptica - LXV-005071 | 173 |
| Óptica - LXV-005073 | 174 |
| Óptica - LXV-005122 | 174 |
| Óptica - LXV-005192 | 174 |
| Óptica - LXV-005288 | 175 |
| Óptica - LXV-005363 | 175 |
| Óptica - LXV-005384 | 175 |
| Óptica - LXV-005449 | 176 |
| Óptica - LXV-005534 | 176 |
| Óptica - LXV-005561 | 176 |
| Óptica - LXV-005578 | 177 |
| Óptica - LXV-005641 | 177 |
| Óptica - LXV-005642 | 177 |
| Óptica - LXV-005696 | 178 |

| | |
|---|-----|
| Óptica - LXV-005710 | 178 |
| Óptica - LXV-005720 | 178 |
| Óptica - LXV-005775 | 179 |
| Óptica - LXV-005844 | 179 |
| Óptica - LXV-005953 | 179 |
| Óptica - LXV-005984 | 179 |
| Óptica - LXV-005999 | 180 |
| Óptica - LXV-006050 | 180 |
| Óptica - LXV-006125 | 180 |
| Óptica - LXV-006126 | 180 |
| Óptica - LXV-006200 | 181 |
| Partículas y Campos - LXV-004464 | 181 |
| Partículas y Campos - LXV-004541 | 181 |
| Partículas y Campos - LXV-004576 | 182 |
| Partículas y Campos - LXV-004752 | 182 |
| Partículas y Campos - LXV-004815 | 182 |
| Partículas y Campos - LXV-004861 | 182 |
| Partículas y Campos - LXV-004955 | 183 |
| Partículas y Campos - LXV-005053 | 183 |
| Partículas y Campos - LXV-005356 | 183 |
| Partículas y Campos - LXV-005461 | 183 |
| Partículas y Campos - LXV-005647 | 184 |
| Partículas y Campos - LXV-005723 | 184 |
| Partículas y Campos - LXV-005948 | 184 |
| Rayos Cósmicos - LXV-004986 | 184 |
| Rayos Cósmicos - LXV-005562 | 185 |
| Rayos Cósmicos - LXV-005822 | 185 |
| Sistemas no Lineales - LXV-004469 | 185 |
| Sistemas no Lineales - LXV-004806 | 185 |
| Sistemas no Lineales - LXV-005063 | 186 |
| Sistemas no Lineales - LXV-005281 | 186 |

| | |
|---|-----|
| Sistemas no Lineales - LXV-005885 | 186 |
| Sistemas no Lineales - LXV-006192 | 187 |
| Otro - LXV-004477 | 187 |
| Otro - LXV-004587 | 187 |
| Otro - LXV-004597 | 187 |
| Otro - LXV-004598 | 188 |
| Otro - LXV-004610 | 188 |
| Otro - LXV-004773 | 188 |
| Otro - LXV-004896 | 189 |
| Otro - LXV-005210 | 189 |
| Otro - LXV-005542 | 189 |
| Otro - LXV-005734 | 190 |
| Otro - LXV-005968 | 190 |
| Otro - LXV-006098 | 191 |

Murales (Salón Caracol (A)), Martes 4 192

| | |
|------------------------------------|-----|
| Astrofísica - LXV-004647 | 192 |
| Astrofísica - LXV-004765 | 192 |
| Astrofísica - LXV-004958 | 192 |
| Astrofísica - LXV-005095 | 193 |
| Astrofísica - LXV-005153 | 193 |
| Astrofísica - LXV-005219 | 193 |
| Astrofísica - LXV-005226 | 194 |
| Astrofísica - LXV-005233 | 194 |
| Astrofísica - LXV-005257 | 194 |
| Astrofísica - LXV-005309 | 195 |
| Astrofísica - LXV-005357 | 195 |
| Astrofísica - LXV-005358 | 195 |
| Astrofísica - LXV-005366 | 196 |
| Astrofísica - LXV-005403 | 196 |
| Astrofísica - LXV-005531 | 196 |
| Astrofísica - LXV-005573 | 196 |

| | |
|--|-----|
| Astrofísica - LXV-005584 | 197 |
| Astrofísica - LXV-005674 | 197 |
| Astrofísica - LXV-005733 | 198 |
| Astrofísica - LXV-005754 | 198 |
| Astrofísica - LXV-005794 | 198 |
| Astrofísica - LXV-005798 | 199 |
| Astrofísica - LXV-005883 | 199 |
| Astrofísica - LXV-005891 | 199 |
| Astrofísica - LXV-005956 | 200 |
| Astrofísica - LXV-006120 | 200 |
| Astrofísica - LXV-006147 | 200 |
| Astrofísica - LXV-006177 | 201 |
| Astrofísica - LXV-006187 | 201 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-004662 | 201 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005089 | 202 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005232 | 202 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005443 | 202 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005609 | 203 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005910 | 203 |
| COVID-19 - LXV-004725 | 204 |
| COVID-19 - LXV-005543 | 204 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-004504 | 204 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-004842 | 205 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-005693 | 205 |
| Enseñanza - LXV-004502 | 205 |
| Enseñanza - LXV-004534 | 206 |
| Enseñanza - LXV-004681 | 206 |
| Enseñanza - LXV-004826 | 206 |
| Enseñanza - LXV-004897 | 207 |
| Enseñanza - LXV-004949 | 207 |
| Enseñanza - LXV-005047 | 207 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Enseñanza - LXV-005110 | 208 |
| Enseñanza - LXV-005144 | 208 |
| Enseñanza - LXV-005171 | 208 |
| Enseñanza - LXV-005336 | 209 |
| Enseñanza - LXV-005354 | 209 |
| Enseñanza - LXV-005552 | 209 |
| Enseñanza - LXV-005576 | 210 |
| Enseñanza - LXV-005588 | 210 |
| Enseñanza - LXV-005789 | 211 |
| Enseñanza - LXV-005805 | 211 |
| Enseñanza - LXV-005813 | 211 |
| Enseñanza - LXV-005828 | 212 |
| Enseñanza - LXV-005878 | 212 |
| Enseñanza - LXV-005990 | 213 |
| Enseñanza - LXV-006011 | 213 |
| Enseñanza - LXV-006043 | 213 |
| Enseñanza - LXV-006095 | 214 |
| Enseñanza - LXV-006133 | 214 |
| Enseñanza - LXV-006150 | 215 |
| Estado Sólido - LXV-004471 | 215 |
| Estado Sólido - LXV-004596 | 215 |
| Estado Sólido - LXV-004669 | 216 |
| Estado Sólido - LXV-004689 | 216 |
| Estado Sólido - LXV-004857 | 216 |
| Estado Sólido - LXV-004907 | 217 |
| Estado Sólido - LXV-004976 | 217 |
| Estado Sólido - LXV-005202 | 217 |
| Estado Sólido - LXV-005237 | 218 |
| Estado Sólido - LXV-005333 | 218 |
| Estado Sólido - LXV-005368 | 218 |
| Estado Sólido - LXV-005404 | 219 |

| | |
|---|-----|
| Estado Sólido - LXV-005433 | 219 |
| Estado Sólido - LXV-005462 | 219 |
| Estado Sólido - LXV-005487 | 220 |
| Estado Sólido - LXV-005579 | 220 |
| Estado Sólido - LXV-005682 | 220 |
| Estado Sólido - LXV-005795 | 221 |
| Estado Sólido - LXV-005851 | 221 |
| Estado Sólido - LXV-005946 | 221 |
| Estado Sólido - LXV-005982 | 222 |
| Estado Sólido - LXV-006072 | 222 |
| Estado Sólido - LXV-006092 | 223 |
| Estado Sólido - LXV-006114 | 223 |
| Estado Sólido - LXV-006128 | 223 |
| Estado Sólido - LXV-006149 | 224 |
| Estado Sólido - LXV-006166 | 224 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004650 | 225 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004655 | 225 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004923 | 225 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005123 | 226 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005880 | 226 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005950 | 226 |
| Física Cuántica - LXV-004654 | 226 |
| Física Cuántica - LXV-004854 | 227 |
| Física Cuántica - LXV-005422 | 227 |
| Física Cuántica - LXV-005770 | 227 |
| Física de Radiaciones - LXV-005181 | 227 |
| Física de Radiaciones - LXV-005574 | 228 |
| Física de Radiaciones - LXV-005865 | 228 |
| Física de Radiaciones - LXV-005986 | 228 |
| Física de Radiaciones - LXV-006146 | 229 |
| Física de Sistemas Complejos - LXV-004427 | 229 |

| | |
|---|-----|
| Física de Sistemas Complejos - LXV-004456 | 229 |
| Física de Sistemas Complejos - LXV-006064 | 230 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-004445 | 230 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-004840 | 230 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-004994 | 230 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005293 | 231 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005525 | 231 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005687 | 231 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005750 | 232 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005852 | 232 |
| Física Médica - LXV-004680 | 232 |
| Física Médica - LXV-004692 | 233 |
| Física Médica - LXV-004754 | 233 |
| Física Médica - LXV-004889 | 233 |
| Física Médica - LXV-004934 | 234 |
| Física Médica - LXV-005048 | 234 |
| Física Médica - LXV-005216 | 235 |
| Física Médica - LXV-005391 | 235 |
| Física Médica - LXV-005587 | 235 |
| Física Médica - LXV-005942 | 236 |
| Física Médica - LXV-006020 | 236 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004447 | 237 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004543 | 237 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004553 | 237 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004571 | 237 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004690 | 238 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004706 | 238 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004770 | 238 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004804 | 238 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004943 | 238 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005027 | 239 |

| | |
|--|-----|
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005125 | 239 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005140 | 239 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005187 | 239 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005213 | 240 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005428 | 240 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005431 | 240 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005582 | 240 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005845 | 241 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005879 | 241 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-006179 | 241 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-004508 | 241 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-005250 | 242 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-005605 | 242 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-005742 | 242 |
| Información Cuántica - LXV-004475 | 242 |
| Información Cuántica - LXV-004578 | 243 |
| Información Cuántica - LXV-004697 | 243 |
| Información Cuántica - LXV-004743 | 244 |
| Información Cuántica - LXV-005145 | 244 |
| Información Cuántica - LXV-005179 | 244 |
| Información Cuántica - LXV-005338 | 244 |
| Información Cuántica - LXV-005412 | 244 |
| Información Cuántica - LXV-005681 | 245 |
| Información Cuántica - LXV-005955 | 245 |
| Instrumentación - LXV-004575 | 246 |
| Instrumentación - LXV-005224 | 246 |
| Instrumentación - LXV-005332 | 246 |
| Instrumentación - LXV-005460 | 246 |
| Instrumentación - LXV-005881 | 247 |
| Instrumentación - LXV-005916 | 247 |
| Instrumentación - LXV-006006 | 248 |

| | |
|--|-----|
| Instrumentación - LXV-006195 | 248 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004463 | 249 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004614 | 249 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004716 | 249 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004834 | 250 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004969 | 250 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004995 | 250 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005074 | 251 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005248 | 251 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005360 | 252 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005395 | 252 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005418 | 252 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005532 | 253 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005554 | 253 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005658 | 253 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005730 | 254 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005747 | 254 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005839 | 254 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005903 | 255 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005915 | 255 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005927 | 256 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006026 | 256 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006096 | 256 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006185 | 257 |
| Óptica - LXV-004435 | 257 |
| Óptica - LXV-004531 | 257 |
| Óptica - LXV-004594 | 258 |
| Óptica - LXV-004648 | 258 |
| Óptica - LXV-004665 | 258 |
| Óptica - LXV-004741 | 259 |
| Óptica - LXV-004776 | 259 |

| | |
|--|-----|
| Óptica - LXV-004856 | 259 |
| Óptica - LXV-004877 | 260 |
| Óptica - LXV-004965 | 260 |
| Óptica - LXV-004991 | 261 |
| Óptica - LXV-005022 | 261 |
| Óptica - LXV-005084 | 261 |
| Óptica - LXV-005086 | 261 |
| Óptica - LXV-005093 | 262 |
| Óptica - LXV-005138 | 262 |
| Óptica - LXV-005195 | 262 |
| Óptica - LXV-005321 | 263 |
| Óptica - LXV-005367 | 263 |
| Óptica - LXV-005394 | 263 |
| Óptica - LXV-005468 | 264 |
| Óptica - LXV-005536 | 264 |
| Óptica - LXV-005563 | 265 |
| Óptica - LXV-005569 | 265 |
| Óptica - LXV-005581 | 265 |
| Óptica - LXV-005665 | 266 |
| Óptica - LXV-005666 | 266 |
| Óptica - LXV-005738 | 267 |
| Óptica - LXV-005763 | 267 |
| Óptica - LXV-005776 | 267 |
| Óptica - LXV-005797 | 268 |
| Óptica - LXV-005850 | 268 |
| Óptica - LXV-005957 | 268 |
| Óptica - LXV-006021 | 269 |
| Óptica - LXV-006059 | 269 |
| Óptica - LXV-006060 | 269 |
| Óptica - LXV-006141 | 270 |
| Partículas y Campos - LXV-004465 | 270 |

| | |
|---|-----|
| Partículas y Campos - LXV-004558 | 270 |
| Partículas y Campos - LXV-004599 | 270 |
| Partículas y Campos - LXV-004761 | 271 |
| Partículas y Campos - LXV-004862 | 271 |
| Partículas y Campos - LXV-005102 | 271 |
| Partículas y Campos - LXV-005396 | 271 |
| Partículas y Campos - LXV-005476 | 272 |
| Partículas y Campos - LXV-005688 | 272 |
| Partículas y Campos - LXV-005759 | 272 |
| Partículas y Campos - LXV-006135 | 273 |
| Rayos C3smicos - LXV-004785 | 273 |
| Rayos C3smicos - LXV-005103 | 273 |
| Rayos C3smicos - LXV-005269 | 273 |
| Sistemas no Lineales - LXV-004510 | 274 |
| Sistemas no Lineales - LXV-004807 | 274 |
| Sistemas no Lineales - LXV-005529 | 274 |
| Otro - LXV-004478 | 274 |
| Otro - LXV-005632 | 275 |
| Otro - LXV-005802 | 275 |
| Otro - LXV-006007 | 276 |
| Otro - LXV-006152 | 276 |

Murales (Sal3n Caracol (A)), Mi3rcoles 5 277

| | |
|------------------------------------|-----|
| Astrofísica - LXV-004428 | 277 |
| Astrofísica - LXV-004695 | 277 |
| Astrofísica - LXV-004799 | 277 |
| Astrofísica - LXV-004825 | 277 |
| Astrofísica - LXV-004980 | 278 |
| Astrofísica - LXV-005120 | 278 |
| Astrofísica - LXV-005175 | 278 |
| Astrofísica - LXV-005197 | 279 |
| Astrofísica - LXV-005238 | 279 |

| | |
|--|-----|
| Astrofísica - LXV-005318 | 279 |
| Astrofísica - LXV-005406 | 279 |
| Astrofísica - LXV-005408 | 280 |
| Astrofísica - LXV-005419 | 280 |
| Astrofísica - LXV-005467 | 280 |
| Astrofísica - LXV-005537 | 281 |
| Astrofísica - LXV-005545 | 281 |
| Astrofísica - LXV-005597 | 282 |
| Astrofísica - LXV-005709 | 282 |
| Astrofísica - LXV-005714 | 282 |
| Astrofísica - LXV-005800 | 283 |
| Astrofísica - LXV-005869 | 283 |
| Astrofísica - LXV-005906 | 283 |
| Astrofísica - LXV-005930 | 283 |
| Astrofísica - LXV-006066 | 284 |
| Astrofísica - LXV-006073 | 284 |
| Astrofísica - LXV-006130 | 285 |
| Astrofísica - LXV-006137 | 285 |
| Astrofísica - LXV-006170 | 285 |
| Astrofísica - LXV-006174 | 285 |
| Astrofísica - LXV-006189 | 286 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-004737 | 286 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005155 | 286 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005256 | 287 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005706 | 287 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-006112 | 287 |
| COVID-19 - LXV-005211 | 288 |
| COVID-19 - LXV-005788 | 288 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-004509 | 289 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-005264 | 289 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-006186 | 289 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Enseñanza - LXV-004542 | 289 |
| Enseñanza - LXV-004746 | 290 |
| Enseñanza - LXV-004832 | 290 |
| Enseñanza - LXV-004918 | 290 |
| Enseñanza - LXV-004950 | 291 |
| Enseñanza - LXV-005112 | 291 |
| Enseñanza - LXV-005149 | 291 |
| Enseñanza - LXV-005304 | 291 |
| Enseñanza - LXV-005346 | 292 |
| Enseñanza - LXV-005364 | 292 |
| Enseñanza - LXV-005718 | 292 |
| Enseñanza - LXV-005808 | 293 |
| Enseñanza - LXV-005816 | 293 |
| Enseñanza - LXV-005817 | 293 |
| Enseñanza - LXV-005824 | 294 |
| Enseñanza - LXV-005832 | 294 |
| Enseñanza - LXV-005900 | 294 |
| Enseñanza - LXV-005912 | 295 |
| Enseñanza - LXV-005992 | 295 |
| Enseñanza - LXV-006016 | 295 |
| Enseñanza - LXV-006075 | 295 |
| Enseñanza - LXV-006089 | 296 |
| Enseñanza - LXV-006148 | 296 |
| Enseñanza - LXV-006158 | 297 |
| Estado Sólido - LXV-004486 | 297 |
| Estado Sólido - LXV-004620 | 297 |
| Estado Sólido - LXV-004649 | 297 |
| Estado Sólido - LXV-004671 | 298 |
| Estado Sólido - LXV-004749 | 298 |
| Estado Sólido - LXV-004871 | 298 |
| Estado Sólido - LXV-005203 | 299 |

| | |
|---|-----|
| Estado Sólido - LXV-005246 | 299 |
| Estado Sólido - LXV-005341 | 299 |
| Estado Sólido - LXV-005372 | 300 |
| Estado Sólido - LXV-005447 | 300 |
| Estado Sólido - LXV-005463 | 301 |
| Estado Sólido - LXV-005505 | 301 |
| Estado Sólido - LXV-005619 | 301 |
| Estado Sólido - LXV-005755 | 301 |
| Estado Sólido - LXV-005796 | 302 |
| Estado Sólido - LXV-005908 | 302 |
| Estado Sólido - LXV-005954 | 302 |
| Estado Sólido - LXV-006025 | 303 |
| Estado Sólido - LXV-006081 | 303 |
| Estado Sólido - LXV-006093 | 303 |
| Estado Sólido - LXV-006155 | 304 |
| Estado Sólido - LXV-006191 | 304 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004678 | 305 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004686 | 305 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005327 | 306 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005393 | 306 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005583 | 307 |
| Física Cuántica - LXV-004489 | 307 |
| Física Cuántica - LXV-004704 | 307 |
| Física Cuántica - LXV-004941 | 308 |
| Física Cuántica - LXV-005708 | 308 |
| Física Cuántica - LXV-006045 | 308 |
| Física de Radiaciones - LXV-005352 | 308 |
| Física de Radiaciones - LXV-005811 | 309 |
| Física de Radiaciones - LXV-005905 | 309 |
| Física de Radiaciones - LXV-006101 | 309 |
| Física de Sistemas Complejos - LXV-005014 | 310 |

| | |
|---|-----|
| Física de Sistemas Complejos - LXV-005664 | 310 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-004548 | 310 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-004744 | 310 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-004890 | 311 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005035 | 311 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005207 | 311 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005520 | 311 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005694 | 312 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005751 | 312 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-006053 | 312 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-006109 | 313 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-006143 | 313 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-006144 | 313 |
| Física Médica - LXV-004693 | 314 |
| Física Médica - LXV-004735 | 314 |
| Física Médica - LXV-004835 | 314 |
| Física Médica - LXV-004925 | 315 |
| Física Médica - LXV-004952 | 315 |
| Física Médica - LXV-005065 | 316 |
| Física Médica - LXV-005245 | 316 |
| Física Médica - LXV-005589 | 317 |
| Física Médica - LXV-005855 | 317 |
| Física Médica - LXV-005902 | 317 |
| Física Médica - LXV-005945 | 318 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004483 | 318 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004550 | 318 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004636 | 319 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004707 | 319 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004820 | 319 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004940 | 319 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005033 | 320 |

| | |
|--|-----|
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005128 | 320 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005161 | 320 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005190 | 320 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005268 | 321 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005317 | 321 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005572 | 321 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005603 | 321 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005611 | 322 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-006134 | 322 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-006140 | 322 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-004452 | 322 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-005477 | 323 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-005595 | 323 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-005778 | 323 |
| Información Cuántica - LXV-004476 | 323 |
| Información Cuántica - LXV-004608 | 324 |
| Información Cuántica - LXV-005150 | 324 |
| Información Cuántica - LXV-005350 | 324 |
| Información Cuántica - LXV-005459 | 325 |
| Información Cuántica - LXV-005745 | 325 |
| Información Cuántica - LXV-006054 | 326 |
| Instrumentación - LXV-004717 | 326 |
| Instrumentación - LXV-005314 | 326 |
| Instrumentación - LXV-005470 | 327 |
| Instrumentación - LXV-005887 | 327 |
| Instrumentación - LXV-006047 | 328 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004501 | 328 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004527 | 328 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004777 | 329 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004946 | 329 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005005 | 329 |

| | |
|--|-----|
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005008 | 329 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005199 | 330 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005252 | 330 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005322 | 330 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005386 | 331 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005444 | 331 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005571 | 332 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005662 | 332 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005724 | 332 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005731 | 332 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005749 | 333 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005827 | 333 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005971 | 334 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006044 | 334 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006154 | 335 |
| Óptica - LXV-004436 | 335 |
| Óptica - LXV-004533 | 335 |
| Óptica - LXV-004615 | 336 |
| Óptica - LXV-004651 | 336 |
| Óptica - LXV-004666 | 336 |
| Óptica - LXV-004762 | 337 |
| Óptica - LXV-004809 | 337 |
| Óptica - LXV-004811 | 338 |
| Óptica - LXV-004867 | 338 |
| Óptica - LXV-004898 | 338 |
| Óptica - LXV-004967 | 339 |
| Óptica - LXV-004996 | 339 |
| Óptica - LXV-005029 | 339 |
| Óptica - LXV-005061 | 339 |
| Óptica - LXV-005094 | 340 |
| Óptica - LXV-005143 | 340 |

| | |
|--|-----|
| Óptica - LXV-005254 | 340 |
| Óptica - LXV-005310 | 341 |
| Óptica - LXV-005344 | 341 |
| Óptica - LXV-005351 | 342 |
| Óptica - LXV-005375 | 342 |
| Óptica - LXV-005410 | 342 |
| Óptica - LXV-005558 | 343 |
| Óptica - LXV-005567 | 343 |
| Óptica - LXV-005594 | 343 |
| Óptica - LXV-005667 | 344 |
| Óptica - LXV-005771 | 344 |
| Óptica - LXV-005774 | 344 |
| Óptica - LXV-005780 | 344 |
| Óptica - LXV-005926 | 345 |
| Óptica - LXV-005989 | 345 |
| Óptica - LXV-006038 | 345 |
| Óptica - LXV-006077 | 346 |
| Óptica - LXV-006172 | 346 |
| Óptica - LXV-006215 | 346 |
| Partículas y Campos - LXV-004466 | 347 |
| Partículas y Campos - LXV-004568 | 347 |
| Partículas y Campos - LXV-004631 | 347 |
| Partículas y Campos - LXV-004763 | 348 |
| Partículas y Campos - LXV-004858 | 348 |
| Partículas y Campos - LXV-004866 | 348 |
| Partículas y Campos - LXV-005435 | 348 |
| Partículas y Campos - LXV-005553 | 348 |
| Partículas y Campos - LXV-005703 | 349 |
| Partículas y Campos - LXV-005836 | 349 |
| Rayos Cósmicos - LXV-004797 | 349 |
| Rayos Cósmicos - LXV-005271 | 350 |

| | |
|---|-----|
| Sistemas no Lineales - LXV-004511 | 350 |
| Sistemas no Lineales - LXV-004865 | 350 |
| Sistemas no Lineales - LXV-005283 | 351 |
| Sistemas no Lineales - LXV-005516 | 351 |
| Otro - LXV-004479 | 351 |
| Otro - LXV-004703 | 351 |
| Otro - LXV-005135 | 352 |
| Otro - LXV-005308 | 352 |
| Otro - LXV-005325 | 353 |
| Otro - LXV-005830 | 353 |
| Otro - LXV-006088 | 353 |

Murales (Salón Caracol (A)), Jueves 6 **355**

| | |
|------------------------------------|-----|
| Astrofísica - LXV-004429 | 355 |
| Astrofísica - LXV-004572 | 355 |
| Astrofísica - LXV-004589 | 355 |
| Astrofísica - LXV-004618 | 356 |
| Astrofísica - LXV-004755 | 356 |
| Astrofísica - LXV-004841 | 356 |
| Astrofísica - LXV-004848 | 356 |
| Astrofísica - LXV-004911 | 357 |
| Astrofísica - LXV-004945 | 357 |
| Astrofísica - LXV-005052 | 357 |
| Astrofísica - LXV-005070 | 358 |
| Astrofísica - LXV-005097 | 358 |
| Astrofísica - LXV-005177 | 358 |
| Astrofísica - LXV-005239 | 358 |
| Astrofísica - LXV-005448 | 359 |
| Astrofísica - LXV-005528 | 359 |
| Astrofísica - LXV-005535 | 360 |
| Astrofísica - LXV-005592 | 360 |
| Astrofísica - LXV-005608 | 360 |

| | |
|--|-----|
| Astrofísica - LXV-005656 | 361 |
| Astrofísica - LXV-005735 | 361 |
| Astrofísica - LXV-005756 | 361 |
| Astrofísica - LXV-005872 | 361 |
| Astrofísica - LXV-006032 | 362 |
| Astrofísica - LXV-006037 | 362 |
| Astrofísica - LXV-006099 | 362 |
| Astrofísica - LXV-006139 | 362 |
| Astrofísica - LXV-006142 | 363 |
| Astrofísica - LXV-006198 | 363 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-004577 | 364 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005166 | 364 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005298 | 364 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005786 | 365 |
| Ciencias de la Tierra - LXV-005863 | 365 |
| COVID-19 - LXV-005331 | 365 |
| COVID-19 - LXV-006131 | 366 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-004579 | 366 |
| Dinámica de Fluidos - LXV-004595 | 367 |
| Enseñanza - LXV-004523 | 367 |
| Enseñanza - LXV-004539 | 367 |
| Enseñanza - LXV-004641 | 368 |
| Enseñanza - LXV-004767 | 368 |
| Enseñanza - LXV-004778 | 368 |
| Enseñanza - LXV-004808 | 368 |
| Enseñanza - LXV-004833 | 368 |
| Enseñanza - LXV-004928 | 369 |
| Enseñanza - LXV-004962 | 369 |
| Enseñanza - LXV-005064 | 370 |
| Enseñanza - LXV-005160 | 370 |
| Enseñanza - LXV-005306 | 370 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Enseñanza - LXV-005347 | 371 |
| Enseñanza - LXV-005551 | 371 |
| Enseñanza - LXV-005651 | 372 |
| Enseñanza - LXV-005726 | 372 |
| Enseñanza - LXV-005809 | 372 |
| Enseñanza - LXV-005818 | 373 |
| Enseñanza - LXV-005833 | 373 |
| Enseñanza - LXV-005876 | 373 |
| Enseñanza - LXV-005944 | 374 |
| Enseñanza - LXV-005958 | 374 |
| Enseñanza - LXV-005996 | 374 |
| Enseñanza - LXV-006018 | 374 |
| Enseñanza - LXV-006076 | 375 |
| Estado Sólido - LXV-004490 | 375 |
| Estado Sólido - LXV-004622 | 375 |
| Estado Sólido - LXV-004657 | 375 |
| Estado Sólido - LXV-004672 | 376 |
| Estado Sólido - LXV-004792 | 376 |
| Estado Sólido - LXV-004875 | 376 |
| Estado Sólido - LXV-004930 | 377 |
| Estado Sólido - LXV-005113 | 377 |
| Estado Sólido - LXV-005225 | 377 |
| Estado Sólido - LXV-005272 | 378 |
| Estado Sólido - LXV-005343 | 378 |
| Estado Sólido - LXV-005378 | 378 |
| Estado Sólido - LXV-005421 | 379 |
| Estado Sólido - LXV-005451 | 379 |
| Estado Sólido - LXV-005524 | 380 |
| Estado Sólido - LXV-005633 | 380 |
| Estado Sólido - LXV-005761 | 380 |
| Estado Sólido - LXV-005829 | 381 |

| | |
|---|-----|
| Estado Sólido - LXV-005923 | 381 |
| Estado Sólido - LXV-005961 | 382 |
| Estado Sólido - LXV-006067 | 382 |
| Estado Sólido - LXV-006082 | 382 |
| Estado Sólido - LXV-006110 | 383 |
| Estado Sólido - LXV-006124 | 383 |
| Estado Sólido - LXV-006176 | 383 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004544 | 384 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004685 | 384 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-004756 | 384 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005607 | 385 |
| Física Atómica y Molecular - LXV-005689 | 385 |
| Física Cuántica - LXV-004730 | 385 |
| Física Cuántica - LXV-005148 | 386 |
| Física Cuántica - LXV-005712 | 386 |
| Física Cuántica - LXV-006159 | 387 |
| Física de Plasmas - LXV-004546 | 387 |
| Física de Plasmas - LXV-005348 | 387 |
| Física de Plasmas - LXV-005949 | 387 |
| Física de Radiaciones - LXV-005389 | 388 |
| Física de Radiaciones - LXV-005823 | 388 |
| Física de Radiaciones - LXV-006116 | 388 |
| Física de Sistemas Complejos - LXV-005058 | 389 |
| Física de Sistemas Complejos - LXV-005911 | 389 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-004605 | 389 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-004838 | 390 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005054 | 390 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005068 | 390 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005184 | 391 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005229 | 391 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005631 | 391 |

| | |
|---|-----|
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005678 | 391 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-005753 | 392 |
| Física Estadística y Termodinámica - LXV-006005 | 392 |
| Física Médica - LXV-004696 | 392 |
| Física Médica - LXV-004753 | 393 |
| Física Médica - LXV-004926 | 393 |
| Física Médica - LXV-004932 | 393 |
| Física Médica - LXV-005023 | 394 |
| Física Médica - LXV-005082 | 394 |
| Física Médica - LXV-005111 | 395 |
| Física Médica - LXV-005612 | 395 |
| Física Médica - LXV-005922 | 395 |
| Física Médica - LXV-005960 | 396 |
| Física Médica - LXV-006105 | 396 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004440 | 397 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004551 | 397 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004638 | 397 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004708 | 397 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004831 | 398 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-004944 | 398 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005081 | 398 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005130 | 399 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005267 | 399 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005417 | 399 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005432 | 399 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005557 | 399 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005654 | 400 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005760 | 400 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-005772 | 400 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-006104 | 400 |
| Gravitación y Física Matemática - LXV-006106 | 400 |

| | |
|--|-----|
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-004451 | 401 |
| Historia y Filosofía de la Física - LXV-006157 | 401 |
| Información Cuántica - LXV-004488 | 401 |
| Información Cuántica - LXV-004612 | 401 |
| Información Cuántica - LXV-004727 | 402 |
| Información Cuántica - LXV-004794 | 402 |
| Información Cuántica - LXV-005115 | 402 |
| Información Cuántica - LXV-005152 | 403 |
| Información Cuántica - LXV-005301 | 403 |
| Información Cuántica - LXV-005373 | 403 |
| Información Cuántica - LXV-005466 | 404 |
| Información Cuántica - LXV-005752 | 404 |
| Información Cuántica - LXV-006055 | 405 |
| Instrumentación - LXV-005100 | 405 |
| Instrumentación - LXV-005383 | 405 |
| Instrumentación - LXV-005522 | 406 |
| Instrumentación - LXV-005894 | 406 |
| Instrumentación - LXV-006052 | 406 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004529 | 407 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004628 | 407 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004784 | 407 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004954 | 408 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005159 | 408 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005221 | 408 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005284 | 409 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005291 | 409 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005337 | 409 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005388 | 410 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005473 | 410 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005499 | 411 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005586 | 411 |

| | |
|--|-----|
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005705 | 411 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005725 | 411 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005732 | 412 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005819 | 412 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005924 | 412 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006022 | 413 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006061 | 413 |
| Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006065 | 413 |
| Óptica - LXV-004538 | 414 |
| Óptica - LXV-004601 | 414 |
| Óptica - LXV-004626 | 414 |
| Óptica - LXV-004658 | 415 |
| Óptica - LXV-004699 | 415 |
| Óptica - LXV-004843 | 416 |
| Óptica - LXV-004868 | 416 |
| Óptica - LXV-004888 | 416 |
| Óptica - LXV-004914 | 416 |
| Óptica - LXV-004968 | 417 |
| Óptica - LXV-004981 | 417 |
| Óptica - LXV-005006 | 417 |
| Óptica - LXV-005043 | 418 |
| Óptica - LXV-005077 | 418 |
| Óptica - LXV-005119 | 418 |
| Óptica - LXV-005182 | 419 |
| Óptica - LXV-005276 | 419 |
| Óptica - LXV-005279 | 419 |
| Óptica - LXV-005361 | 420 |
| Óptica - LXV-005380 | 420 |
| Óptica - LXV-005413 | 421 |
| Óptica - LXV-005456 | 421 |
| Óptica - LXV-005504 | 421 |

| | |
|---|-----|
| Óptica - LXV-005560 | 421 |
| Óptica - LXV-005570 | 422 |
| Óptica - LXV-005606 | 422 |
| Óptica - LXV-005675 | 423 |
| Óptica - LXV-005773 | 423 |
| Óptica - LXV-005825 | 423 |
| Óptica - LXV-005896 | 424 |
| Óptica - LXV-005934 | 424 |
| Óptica - LXV-005991 | 424 |
| Óptica - LXV-005995 | 425 |
| Óptica - LXV-006041 | 425 |
| Óptica - LXV-006107 | 425 |
| Óptica - LXV-006178 | 426 |
| Partículas y Campos - LXV-004472 | 426 |
| Partículas y Campos - LXV-004574 | 426 |
| Partículas y Campos - LXV-004702 | 427 |
| Partículas y Campos - LXV-004775 | 427 |
| Partículas y Campos - LXV-004859 | 427 |
| Partículas y Campos - LXV-005193 | 427 |
| Partículas y Campos - LXV-005450 | 428 |
| Partículas y Campos - LXV-005643 | 428 |
| Partículas y Campos - LXV-005721 | 428 |
| Partículas y Campos - LXV-005901 | 428 |
| Rayos Cósmicos - LXV-004899 | 429 |
| Rayos Cósmicos - LXV-005400 | 429 |
| Rayos Cósmicos - LXV-005630 | 429 |
| Sistemas no Lineales - LXV-004588 | 430 |
| Sistemas no Lineales - LXV-005039 | 430 |
| Sistemas no Lineales - LXV-005439 | 430 |
| Sistemas no Lineales - LXV-005527 | 430 |
| Sistemas no Lineales - LXV-006156 | 431 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| Otro - LXV-004480 | 431 |
| Otro - LXV-004609 | 431 |
| Otro - LXV-004771 | 431 |
| Otro - LXV-005376 | 432 |
| Otro - LXV-005711 | 432 |
| Otro - LXV-005835 | 433 |
| Otro - LXV-006090 | 433 |

Astrofísica
Salón Pedro Coronel

[12:30-13:30] The Webb Telescope's First Months: A Treasure Trove of Results **Marcia Rieke (mrieke@arizona.edu), Steward Observatory, University of Arizona; *Expositor.*

The launch of the James Webb Space Telescope followed by the successful deployment of its sun shield and optics has ushered in a new era in astronomy. The six-month commissioning period revealed a telescope and set of instruments that outperform the pre-launch predictions. The image quality of the telescope is spectacular which in turn enhances the science return. The sensitivity stemming from the great image quality means that observing programs will yield better signal to noise, and deep surveys will see further back in time. The first programs are poised to yield new insights into areas of astronomy ranging from the first galaxies to form after the Big Bang to the composition and climates of planets orbiting other stars.

Física de Radiaciones
Salón Pedro Coronel

[13:30-14:30] Nuclear Power Plant at risk in war zone: past and presents *Laszlo Sajó Bohus (sajobohus@gmail.com), Universidad Simon Bolívar;*

**Jorge Lopez (jorgelopez@utep.edu), University of Texas at El Paso; *Expositor.*

Miguel Castro Colín (m.castrocolin@gmail.com), Bruker, Alemania;

During the past decades design of nuclear installations has improved and there have been many developments to establish a higher safety level to such an extent that the probability to experiment a severe accidents in GEN-III and III nuclear power plants (NPP) is well below the values estimated for previous generations. However, the Zaporizhzhia NPP (Ukraine) military attack by the Russian army produced a destabilizing sequence of events. The possibility of a severe nuclear accident as a consequence of an intense fire fight was reported and at the same time, stressing reports on worst-case scenarios such as radioactive release. Damage to the GEN-II; III reactor dome by any military ordinance can only be estimated from data gained during past nuclear accidents and military attacks. Here we report reactors in war zone or direct military attack to installations. Based on available data we will discuss possible events for few nuclear reactors and nuclear installation in Ucrania. The concrete containment buildings protecting the nuclear vessel and its LEU-fuel loaded core, are NOT designed against an external air

attack by military devices. Possible consequences of a severe weapon-damage are estimated for the VVER-1000 Zaporizhzhia NPP built near the city of Enerhodar, Ucrania, considered of the class GEN-III. The reactor with a steel-reinforced 2m+ concrete containment (including concrete missile shield) even if withstand extreme events it is recommended to take further provisions specifically age-related degradation of a concrete dome. We conclude that, spent fuel reservoirs for their vulnerability in war zones, are exposed to a higher risk of a severe radioactive material release, than NPP reactor's core.

Enseñanza
Salón Pedro Coronel

[18:00-19:00] STEAM. ¿Propuesta, Metodología, Moda? Innovaciones educativas más allá de pedagogías activas **Magdalena Waleska Aldana Segura (smf.soporte@ciencias.unam.mx), Universidad de San Carlos de Guatemala; *Expositor.*

STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas por sus siglas en inglés) es una innovación educativa que promueve la apropiación de contenidos por parte de los estudiantes por medio de innovaciones educativas que utilizan entre otras herramientas, el aprendizaje lúdico y centrado en el estudiante. Los resultados del Programa STEAM demuestran un cambio actitudinal en estudiantes de educación media, aunado a buenos resultados académicos producto de herramientas, competencias, habilidades y destrezas adicionales, adquiridas por los participantes en un programa regional, multinivel. El programa ha recibido varios reconocimientos, entre ellos Silver Award en Hybrid Education por Reimagine Education Awards 2021, Silver Award por la categoría América Latina en Reimagine Education Awards 2018, Finalista en fallingWalls Engage en Berlin. Ha alcanzado a más de 1,000,000 de participantes con los seminarios virtuales y más de 15,000 jóvenes con talleres interactivos.

Física de Plasmas
Salón Pedro Coronel

[19:00-20:00] SPARC, ARC, and the Path to Commercial Fusion Power **Alex Creely (alex@cfs.energy), Commonwealth Fusion Systems; *Expositor.*

High field superconducting magnets, such as those made with high temperature superconductors (HTS), open an alternative path toward a fusion power plant that is based on small, high power-density tokamaks. This path takes advantage of a relationship between the major radius, toroidal field, and fusion gain of tokamaks, through which higher toroidal field allows a smaller major radius at cons-

tant fusion gain. Given the recent demonstration of a 20 T, large bore, superconducting magnet [1] as well as the demonstration of high current density HTS cables [2], the next step on the path to a high field fusion power plant is a demonstration net energy facility such as the SPARC tokamak ($B_0 = 12.2$ T, $R_0 = 1.85$ m, $a = 0.57$ m, $Q \approx 11$, $P_{\text{fusion}} \approx 140$ MW, at $H_{98} = 1.0$) [3]. SPARC will demonstrate high gain in a compact device and will provide a platform to study alpha physics in a burning plasma, divertor heat exhaust in high power density regimes, and other phenomena at very high magnetic field. Commonwealth Fusion Systems recently raised a funding round in part to build and operate the SPARC tokamak [4] and construction is underway in Devens, Massachusetts. In addition to demonstrating net fusion energy in a high field tokamak,

there are several other key challenges on the path to a high field fusion power plant such as ARC [5, 6]. While high magnetic field reduces concerns over pressure driven instabilities, high power density means that heat exhaust in the divertor is a key challenge. In addition, the path to a fusion power plant involves developing key blanket, tritium extraction, remote maintenance, and other technologies. This talk will describe the physics of the high field path to a fusion power plant, where the SPARC and ARC tokamaks sit on this path, and other key technology development efforts. [1] <https://cfs.energy/news-and-media/cfs-commercial-fusion-power-with-hts-magnet> [2] Z.S. Hartwig et al, *Suprcond. Sci. Technol.* 33, 11LT01 (2020). [3] A.J. Creely et

Física Atómica y Molecular
Salón Pedro Coronel

11:00-12:00 **Harnessing Quantum Physics for Tabletop X-Ray Lasers** *Margaret Murnane (*jlhp@xanum.uam.mx*), *Distinguished Professor - University of Colorado at Boulder and JILA*; *Expositor.

Ever since the invention of the laser over 60 years ago, scientists have been striving to create an X-ray version of the laser. The X-ray sources that are in widespread use in medicine, security screening, and technology are in essence a more powerful version of the X-ray light-bulb source that Röntgen built in 1895. In the same way that visible lasers can concentrate light energy far better than a light bulb, a directed beam of X-rays could drive revolutionary advances in science and technology. However, until recently, the power levels required to make an x-ray laser prohibited their widespread use. Fortunately, the challenge of creating tabletop x-ray lasers was solved in a surprising way - by the beauty and power of quantum physics. Visible ultrafast lasers can essentially create nanoscale dipole antennas by strong-field ionization of atoms, thereby generating laser-like beams from the ultraviolet to soft X-ray wavelengths. Moreover, by sculpting the driving laser polarization or phase, we can directly imprint the same structure onto the electron wave function, and resulting x-ray beams.

Dinámica de Fluidos
Salón Pedro Coronel

12:00-13:00 **The exascale supercomputing era and the ENERXICO Project** *Jaime Klapp Escribano (*smf.soporte@ciencias.unam.mx*), *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*; *Expositor.

No disponible.

Gravitación y Física Matemática
Salón Pedro Coronel

13:00-14:00 **Interpretando la imagen de la sombra de Sagitario A* utilizando relatividad general** *Alejandro Cruz Osorio (*smf.soporte@ciencias.unam.mx*), *Institute of Theoretical Physics of Goethe University Frankfurt am Main*; *Expositor.

La colaboración Event Horizon Telescope (EHT) observó por primera vez la imagen del agujero negro en el centro de nuestra galaxia, SgrA* en la banda de 1.3 mm (230 GHz). Las imágenes reconstruidas muestran el anillo de fotones con un diámetro de 50-60 micro-segundos de arco consistente las predicciones de la relatividad general. El plasma en el disco de acreción orbitando el agujero negro es muy variable con tempos dinámicos de minutos, produciendo una variabilidad en las curvas de luz a diferentes frecuencias. Para entender la física detrás de la imagen de agujero negro supermasivo del centro de nuestra galaxia, construimos una biblioteca de modelos basados en simulaciones magnetohidrodinámicas relativistas, produciendo imágenes sintéticas. Estas imágenes se usaron para realizar una comparación sistemática de las visibilidades observadas con esta biblioteca, se cotejaron 11 observables en total para encontrar el mejor modelo teórico. Confirmamos que el anillo y la sombra son consistentes con predicciones anteriores de lentes gravitacionales y emisión sincrotrón de un plasma caliente que orbita cerca del horizonte de eventos del agujero negro. La imagen observada es consistente con las expectativas de la sombra de un agujero negro rotante de Kerr, según lo predicho por la relatividad general. Hablaré de las simulaciones en magnetohidrodinámica relativista para modelar la imagen de SgrA*, los retos enfrentados para modelar la variabilidad en la emisión y de la interpretación de las observaciones usando nuestro mejor modelo teórico-numérico.

Materia Condensada y Nanotecnología
Salón Pedro Coronel

11:00-12:00 **Nanoestructuras a base de plata y carbono: aplicaciones posibles en medicina** *Ricardo Alberto Guirado López (ricardo.guirado@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

En esta plática, presentamos resultados recientes de nuestro grupo de investigación relacionados con la síntesis, caracterización, así como con el uso de la teoría del funcional de la densidad (TFD) para analizar aplicaciones posibles de nanoestructuras metálicas y de carbono en medicina. En una primera parte discutimos la detección, a través de la espectroscopía Raman, de una molécula conocida como ácido sálico la cual es muy relevante (por su abundancia en la saliva) en el cáncer de mama. Fabricamos nano partículas de plata de diversos tamaños las cuales se utilizan como sustratos SERS para identificar el ácido sálico en solución a diferentes concentraciones. A través de cálculos sistemáticos usando la TFD analizamos el proceso de interacción de esta especie molecular con diversos modelos de nanopartículas de plata y explicamos el origen físico de la evolución de las señales Raman observadas en los experimentos. En este proyecto el Hospital Central de la ciudad de SLP jugó un papel fundamental al proveer muestras de saliva de pacientes con cáncer de mama lo cual permitió la formulación de conclusiones importantes. Consideramos que nuestro desarrollo experimental define una nueva técnica de diagnóstico que puede ser muy útil para la detección temprana de cáncer de mama. En una segunda parte analizaremos brevemente como, a través de la enzima mieloperoxidasa (que se encuentra presente en los humanos), es posible degradar nanotubos de carbono dopados con nitrógeno. Estos nanotubos son muy importantes en las aplicaciones médicas dada su baja toxicidad, lo cual permite que puedan ser introducidos en seres vivos y ser utilizados como transportadores de fármacos. Sin embargo, esfuerzos encaminados a su degradación son igualmente relevantes. Presentaremos evidencia experimental de cómo es posible reducir el diámetro e inducir defor-

maciones notables en estos nanotubos, así como un mecanismo posible de interacción entre las especies reactivas de oxígeno que genera la enzi

Física Médica
Salón Pedro Coronel

12:00-13:00 **Ciclotrón de la UNAM, más de dos décadas marcando el rumbo de la imagen molecular PET en México** *Miguel Ángel Ávila Rodríguez (avilarod@uwalumni.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El primer ciclotrón en México para la producción de radionúclidos para uso médico fue instalado en la Facultad de Medicina de la UNAM a principios de los 2000. Junto con este acelerador de partículas la UNAM adquirió un cámara de Tomografía por Emisión de Positrones (PET) convirtiéndose así en pionera de esta técnica de diagnóstico, y a más de dos décadas de funcionamiento la Unidad PET-Ciclotrón de la UNAM sigue marcando el rumbo de la imagen molecular PET en México. En el transcurso de dos décadas, la cámara PET se ha sustituido en dos ocasiones con equipos de última generación, sin embargo, el ciclotrón sigue siendo el original, aunque se la han hecho mejoras importantes para mantenerlo actualizado tecnológicamente y aumentar su capacidad de producción, dando así respuesta a la demanda cada vez mayor de radiofármacos para PET. En esta presentación se hará una revisión de la evolución que han tenido las aplicaciones de la imagen molecular PET en el país, donde el ciclotrón de la UNAM ha jugado un papel preponderante. Se abordarán las mejoras que se han hecho a este equipo (y las futuras por hacer), los métodos utilizados para la producción de radionúclidos convencionales emisores de positrones de la secuencia principal CNOF (blancos líquidos y gaseosos), los retos en la producción de los radionúclidos no convencionales (blancos sólidos), y las nuevas tendencias en la producción de radionúclidos metálicos para aplicaciones teranósticas (diagnóstico y terapia).

Información Cuántica
Salón Pedro Coronel

11:00-12:00 **Quantum optics with microstructured fibres** *Nicolas Joly (*asm0109@gmail.com*), *University of Erlangen-Nuremberg - Max Planck Institute for the Science of Light*; *Expositor.

Photonic crystal fibres (PCF) consist of a microstructured cladding of periodically arranged air-channels surrounding the core region. They are an ideal platform for all sort of nonlinear optics experiments ought to the possibility to adjust nonlinearity and dispersion. These parameters are easily adjustable at the fabrication stage. Alternatively, pressurizing the fibre is a good way to modify online the dispersion landscape so as to ensure the phase-matching conditions required for a particular effect. We will present in this talk several experiments using pressure-assisted nonlinear optics for the generation of quantum optics sources. First, we will show broadly tunable photon-pair generation in a suspended core fibre that we filled with argon gas [Phys. Rev. Res., 2, 012079 (2020)]. When the hollow-core fibre is filled with noble gas i.e., monatomic, the fluid serves as the gain medium. Not only we can then adjust the dispersion landscape of the fibre but we can even prevent the Raman scattering originating from random molecular vibrations, that yields unwanted noise and degrades the quality of the fibre-based sources. Such a versatile system is becoming a promising platform in quantum optics as it allows the generation of frequency tunable pairs of photons through four-wave mixing or modulational instability [PRA 95, 053814 (2017)]. We will show in this presentation the creation of correlated photon pairs with frequency separation up to over an octave [Opt. Lett. 46, 4033 (2021)]. By contrast, we will see that if a coherent pattern of molecular vibrations is first prepared, stimulated Raman scattering can be utilized within its lifetime for thresholdless conversion of single photons, provided certain phase-matching conditions are fulfilled. We recently demonstrated frequency up-conversion of single photon by 125 THz, while preserving the correlation of the original entangled pair [Science, 376, 621 (2022)]. Finally, we will discuss the latest advances on the generation of triplet states, which can be regarded as the reverse process of the generation of third harmonic.

Rayos Cósmicos
Salón Pedro Coronel

12:00-13:00 **Algunas aportaciones relevantes del observatorio de rayos gamma HAWC** *Alberto Carramiñana Alonso (*alberto@inaoep.mx*), *INAOE*; *Expositor.

El observatorio HAWC ha operado de forma prácticamente continua por más de siete años, muestreando el cielo a la luz de los rayos cósmicos y rayos gamma con energías de TeV. HAWC representa un hito en la participación de la comunidad científica mexicana en astrofísica de altas energías. Se presentarán algunos de los principales resultados de HAWC en estos temas, con una revisión bibliográfica de su impacto.

Física Estadística y Termodinámica
Salón Pedro Coronel

13:00-14:00 **Movimiento Browniano en fluidos complejos confinados** *Bernardo José Luis Arauz Lara (*arauz@fisica.uaslp.mx*), *Instituto de Física. Universidad Autónoma de San Luis Potosí*; *Expositor.

Partículas coloidales dispersas en un fluido, se observan animadas de un incesante movimiento aleatorio debido a la agitación térmica del medio dispersor. Dicho movimiento, conocido ampliamente como Movimiento Browniano, está bien caracterizado como un proceso gaussiano cuando ocurre en un líquido simple en equilibrio térmico. Este proceso es el ingrediente fundamental de la dinámica en una amplia gama de sistemas conocidos como fluidos complejos o bien como materia blanda: suspensiones coloidales, soluciones poliméricas, fluidos biológicos, membranas celulares, petróleo y muchos otros. En una vasta variedad de situaciones, los sistemas de interés se hallan en condiciones de confinamiento, p. ej. en medios porosos, en fracturas, en interfaces, o bajo la influencia de campos externos. De manera cada vez más frecuente, el estudio del movimiento de partículas coloidales se utiliza para caracterizar diferentes propiedades del medio dispersor: estructura, viscoelasticidad, turbulencia, confinamiento y otras. En el presente trabajo, se presenta un estudio experimental del movimiento de partículas coloidales en fluidos bajo diferentes condiciones de confinamiento, para determinar los efectos del mismo sobre propiedades físicas de dichos fluidos.

Estado Sólido

Salón Pedro Coronel

11:00-12:00 Nanoestructuras de carbono: localización y estados topológicos *Leonor María Chico Gómez (leochico@ucm.es), Universidad Complutense de Madrid; *Expositor.

Las nanoestructuras de carbono, tales como nanotubos, nanocintas de grafeno o las fronteras de grano que aparecen en sistemas basados en grafeno, son susceptibles de presentar estados localizados, en algunos casos protegidos topológicamente. En esta charla revisaremos algunos nanosistemas de carbono en los que aparecen estos estados protegidos topológicamente [1], robustos frente a defectos o impurezas, que pueden ser de interés para dispositivos de transporte [2,3], así como otras nanoestructuras en las que la localización emerge de forma novedosa, tales como el grafeno bicapa rotado o nanotubos que presentan física de moiré [4]. [1] M. Pelc, W. Jaskólski, A. Ayuela, Leonor Chico, Topologically confined states at corrugations of gated bilayer graphene, Phys. Rev. B 92 (2015) 085433. [2] W. Jaskólski, M. Pelc, Leonor Chico, A. Ayuela, Existence of nontrivial topologically protected states at grain boundaries in bilayer graphene: signatures and electrical switching, Nanoscale 8 (2016) 6079. [3] W. Jaskólski, M. Pelc, Garnett W. Bryant, Leonor Chico, A. Ayuela, Controlling the layer localization of gapless states in bilayer graphene with a gate voltage 2D Materials 5 (2018) 025006. [4] Olga Arroyo-Gascón, Ricardo Fernández-Perea, Eric Suárez Morell, Carlos Cabrillo y Leonor Chico, One-dimensional moiré superlattices and flat bands in collapsed chiral carbon nanotubes, Nano Lett. 20 (2020) 7588.

Óptica

Salón Pedro Coronel

12:00-13:00 Estudio Teórico Y Experimental De Pulsos Ultracortos De Luz Enfocados *Martha Rosete Aguilar (fermin@inaoep.mx), Centro de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *Expositor.

Se hace una presentación del estudio teórico y el trabajo experimental realizado en los últimos años, por los grupos de Instrumentación Óptica y Óptica no lineal del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el modelado y medición de pulsos de luz de femtosegundos en la región focal de lentes, para identificar la posición de la máxima amplitud de la intensidad de autocorrelación. Así mismo se presentará parte del trabajo de diseño óptico que se ha realizado para mejorar los equipos construidos en el laboratorio de Óptica no lineal para hacer las mediciones experimentales que permitan validar los modelos.

Partículas y Campos

Salón Pedro Coronel

13:00-14:00 Physics of Multiquark States *Elena Santopinto (elena.santopinto@ge.infn.it), INFN-Genova, Italia; *Expositor.

Exotic spectroscopy is a hot topic since there are several discoveries or observations per year. In this review talk, the last main experimental discoveries will be presented and then the main theoretical interpretations will be discussed. Finally, some results of which I am also one of the authors will be presented and discussed.

Sistemas no Lineales
Salón Danzantes (A)

08:30-09:00 **Dominio en tiempo natural y visibilidad gráfica, herramientas para el análisis no lineal de series de tiempo: Caso de estudio a la dinámica de la sismicidad en México.** *Alejandro Ramírez Rojas (*dsm0109@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - AZCAPOTZALCO; *Expositor.

Un sistema físico es no lineal cuando la evolución no puede expresarse como la suma de los elementos que regulan su dinámica. La mayoría de los sistemas naturales evolucionan mediante interacciones no lineales, por ejemplo, la dinámica que siguen las placas tectónicas de la Tierra o los procesos atmosféricos, están sujetas a procesos no lineales y complejos como convectivos y turbulencia. En este sentido, el estudio de las propiedades dinámicas ha requerido el desarrollo e implementación de herramientas de análisis no lineal para las señales medibles de un sistema complejo. Actualmente existen métodos para realizar análisis no lineal de series de tiempo de sistemas complejos como son los métodos fractales-multifractales o informacionales. En este trabajo se presentan dos métodos novedosos para identificar propiedades dinámicas de series de tiempo asociadas con sistemas complejos: el dominio en tiempo natural y visibilidad gráfica. Como aplicación de estos métodos se presenta un análisis de catálogos sísmicos monitoreados en las zonas de subducción localizadas en el Golfo de Tehuantepec y en el centro de la República Mexicana. En estas dos regiones se localizan los epicentros de los terremotos ocurridos en septiembre de 2017.

09:00-09:15 **Análisis asintótico de perturbaciones a primer orden de solitones oscuros en la Ecuación Cúbica-Quinta No Lineal de Schrödinger** *Omar Pavon Torres (*opavtor91@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Mexico; *Expositor.
Ma De Lourdes Najera Lopez (*mlnajeral@uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Mexico;
Máximo Augusto Aguero Granados (*maaguerog@uaemex.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO;

En las últimas décadas se ha incrementado el número de métodos analíticos propuestos para estudiar perturbaciones de solitones que decaen a infinito (solitones brillantes). Ejemplos de la afirmación anterior son los métodos basados en la transformación de dispersión inversa, aproximación adiabática, análisis de perturbaciones a multi-escalas, perturbaciones de cantidades perturbadas, entre otros. La validez de dichos métodos ha sido ampliamente probada en diferentes contextos de la física matemática.

Sin embargo, cuando son empleados para el estudio de perturbaciones de solitones oscuros resultan insuficientes; ya que no se puede determinar, en conjunto, la evolución los parámetros que caracterizan al solitón a un mismo tiempo. Para estudiar la perturbación de solitones oscuros se considera un análisis asintótico, el cual consiste en dividir el problema en una región interna e interna y posteriormente encontrar la capa frontera, como resultado de lo anterior surgen andamios alrededor del solitón que se propagan con una velocidad determinada por la intensidad del medio. En el presente trabajo se emplea este método para analizar la evolución de solitones oscuros y de andamios en el modelo de la Ecuación Cúbica-Quinta No Lineal de Schrödinger perturbada, como principales responsables del funcionamiento de las pinzas ópticas en los contextos más diversos.

09:15-09:30 **Hamiltonianos superintegrables de orden superior** *Adrián Mauricio Escobar Ruiz (*admaru@xanum.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-I; *Expositor.

En esta plática se presenta un estudio de sistemas Hamiltonianos con dos grados de libertad que admiten separación de variables en coordenadas Cartesianas:

$$\mathcal{H} = \frac{1}{2}(p_x^2 + p_y^2) + V_1(x) + V_2(y).$$

El Hamiltoniano \mathcal{H} admite trivialmente dos integrales de movimiento de orden 2 y, por lo tanto, es integrable en el sentido de Liouville para cualesquiera funciones $V_1(x)$ y $V_2(y)$. Describiremos en detalle la posible existencia de una tercera integral de movimiento \mathcal{Y}_N (simetría) de orden superior $N > 2$. Específicamente, consideramos integrales polinomiales \mathcal{Y}_N de orden N en las variables de momento p_x, p_y . La existencia de \mathcal{Y}_N implica que el sistema se vuelve maximalmente superintegrable (todas las trayectorias acotadas son periódicas). Para $N = 3, 4, 5$, se describen los potenciales superintegrables $V(x, y) = V_1(x) + V_2(y)$ exóticos para los cuales la función $V_1(x)$ como $V_2(y)$ obedecen ecuaciones no-lineales que se obtienen a partir del paréntesis de Poisson $\{\mathcal{H}, \mathcal{Y}_N\}_{PB} = 0$. En términos del álgebra polinomial generada por las integrales de movimiento se analiza el problema inverso de Superintegrabilidad. También discutiremos brevemente el caso general de N arbitrario, y el caso cuántico donde las ecuaciones diferenciales que definen a los potenciales exóticos poseen la propiedad de Painlevé (ausente en el caso clásico).

Sistemas no Lineales
Salón Danzantes (A)

10:00-10:30 Sistema de Hénon-Heiles generalizado Lidia Jiménez Lara (lidia@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-I;

Adrián Mauricio Escobar Ruiz (admau@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-I;

*Paini Miguel Juárez Flores (paini.jf@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-I; *Expositor.

En este estudio se considera un sistema clásico en el plano \mathbb{R}^2 con función Hamiltoniana:

$$\mathcal{H}_N(r, \theta) = \frac{1}{2m} (p_r^2 + \frac{1}{r^2} p_\theta^2) + \frac{1}{2} m \omega^2 r^2 + \frac{1}{N} r^N \sin(N \theta),$$

donde (r, θ) son coordenadas polares, (p_r, p_θ) los momentos canónicos asociados, m es la masa de la partícula, $\omega > 0$ y N es un entero estrictamente positivo.

Si el parámetro N toma los valores 1, 2 y 3, el sistema es vuela superintegrable, integrable y caótico, respectivamente. Este sistema representa una generalización paramétrica del célebre potencial de Hénon-Heiles ($N = 3$). ¿Cómo se ve modificada la estructura del espacio fase en función del parámetro N ? En este plática se muestra el análisis de este sistema dinámico empleando series de tiempo, retratos fase y secciones de Poincaré.

10:30-10:45 Problema tipo Sitnikov en un oscilador armónico de tres cuerpos Adrián Mauricio Escobar Ruiz (admau@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;

Mario Alan Quiroz Juárez (maqj@fata.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*César Alberto Torres Solís (cbsi218300932@titlani.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.

En mecánica clásica, el problema tridimensional de dos masas conectadas por un resorte se puede reducir al problema de un solo cuerpo que vibra alrededor del centro de masa y rota simultáneamente. Sin embargo, la situación cambia dramáticamente cuando se conciben tres masas conectadas a través de resortes (con distancias de equilibrio mayores a cero); dicha configuración recibe el nombre de oscilador armónico de tres cuerpos (OATC). En este sistema no es posible una separación completa de las variables en el Hamiltoniano. Las coordenadas normales no existen y esto produce que el movimiento colectivo no se pueda expresar como una combinación lineal de osciladores desacoplados. Cualquier sistema mecánico de tres cuerpos donde el potencial de interacción únicamente depende de las distancias relativas entre ellos, puede ser aproximado alrededor de su posición de equilibrio por el OATC. Por lo tanto, este sistema adquiere relevancia por sus posibles aplicaciones en una gran variedad de sistemas mecánicos. En esta plática se discuten las trayectorias tipo Sitnikov del OATC en dos dimensiones, es decir, dos cuerpos de masas iguales oscilando alrededor de su centro de masa y un tercer cuerpo moviéndose en línea recta, perpendicular al plano donde oscilan las masas primarias. Esta configuración es un caso especial del problema de los tres cuerpos restringido y es conocido como el problema de Sitnikov.

A través del exponente de Lyapunov, reconstrucción del plano fase, transformada de Fourier, y la función de autocorrelación, se presentan las propiedades de la serie temporal construida a partir de los periodos de intersección entre el cuerpo que se mueve en línea recta y una sección de Poincaré colocada en el plano donde oscilan las masas primarias. En el problema restringido de tres cuerpos en mecánica celeste, las propiedades de la serie de tiempo antes descrita ha permitido caracterizar regímenes de comportamiento.

10:45-11:00 Determinación de caos mediante fases de Fourier Markus Franziskus Müller (muellerm@uaem.mx), Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Gustavo Martínez Mekler (mekler@icf.unm.mx), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM;

*Alberto Isaac Aguilar Hernández (ahai_fc@uaem.mx), Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

El principal método para probar que un sistema opera en un régimen caótico es la estimación del exponente máximo de Lyapunov. Calcular este exponente a partir de señales empíricas presenta ciertas complicaciones pues tiene que realizarse una reconstrucción del espacio fase, entre otros parámetros de ajuste. Esto únicamente es posible cuando los datos contienen una componente ruidosa despreciable, son estacionarios y provienen de un sistema de muy baja dimensión, requisitos que usualmente en sistemas biológicos no se cumplen. En este trabajo proponemos un nuevo método que permite determinar cuando un sistema dinámico, discreto o continuo, se encuentra en régimen periódico o caótico utilizando información no lineal obtenida a partir de las fases de Fourier. También exploramos la aplicación de este método a sistemas en régimen cuasiperiódico y señales altamente contaminadas con ruido. Como sistemas de prueba estudiamos los modelos del mapeo de Hénon, sistema Lorenz, sistema Rössler y sistema Van der Pol. El método que proponemos no tiene las complicaciones y restricciones que implica la reconstrucción de un espacio fase, además es muy sensitivo y robusto ante ruido.

Física de Plasmas ***Salón Danzantes (A)***

16:00-16:30 Inyección de balines (pellets) en el stellarator TJ-II. Experimento Conjunto en el marco del Programa de Proyectos de Investigación Coordinada en Fusión Nuclear del OIEA *César Gutiérrez Tapia (cesar.gutierrez@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

La inyección de balines criogénicos (PI) se usa generalmente para alimentar el centro de la columna de plasma en las máquinas con confinamiento magnético. Existen otros tipos de balines que se inyectan regularmente en el plasma, por ejemplo, para estudiar el transporte de impurezas.

Actualmente en el stellarator TJ-II (CIEMAT, España) la PI se utiliza para estudiar la física de los balines y el suministro de combustible [1]. La PI también es útil para el diagnóstico, por ejemplo para localizar los grupos de electrones acelerados o para obtener mayor información sobre la turbulencia del plasma. Estudios preliminares sobre el efecto de los balines de hidrógeno en el campo eléctrico radial, E_r , y la turbulencia en las descargas con calentamiento en la resonancia electron-ciclotrónica (ECRH) en el TJ-II han revelado que el nivel de la turbulencia en el centro del plasma se reduce fuertemente para escalas de tiempo pequeñas (1 ms) después de la PI, seguido de un incremento en la densidad y la recuperación de la temperatura de los electrones [2]. En el TJ-II, la PI se puede realizar tanto en la fase con calentamiento ECRH como en la fase con calentamiento con neutros (NBI). En la fase NBI se observa un mejor confinamiento del plasma después de una inyección en serie de balines. En el presente trabajo, se describe el experimento sobre la inyección de balines en las fases de calentamiento ECRH y NBI donde se investiga con varios diagnósticos disponibles la física de la ablación, la deposición de los balines y la perturbación del plasma. Se exploran diferentes configuraciones del campo magnético con las cuales no se ha experimentado la inyección de balines criogénicos. [1] K.J. McCarthy et al., Nucl. Fusion 57 (2017) 056039. [2] J. L. Velasco et al., Plasma Phys. Control. Fusion 58 (2016) 084004.

16:30-16:45 **Líneas de Campo magnético del Tokamak para el proyecto ITER** *Elías Zacamitzin Ángeles (elias.zacamitzina@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*
Carol Edith Quiñonez Sánchez (carol.quinones@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
Arturo Fernández Téllez (afernand@fcfm.buap.mx), FCFM-BUAP;
**Mario Espinosa Martínez (mario.espinosam@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*
**Expositor.*
Daniel Chávez Valenzuela (dchavezmagnetlab@gmail.com), FCFM-BUAP;

Desde el siglo pasado los grandes avances en física permitieron optar por el poder nuclear como fuente de energía; esto se logró mediante la fisión nuclear, sin embargo, hasta la fecha no ha sido posible construir reactores de fusión nuclear eficientes. Una producción eficiente que permita obtener energía neta es lo que busca el proyecto ITER. Para conseguir la fusión nuclear se somete un plasma de Deuterio-Tritio a condiciones extremas de temperatura y presión equiparables o superiores a las existentes en el Sol. Ante estas condiciones, la única forma viable de controlar este plasma es confinarlo mediante campos magnéticos dentro de un tipo de generadores de campos magnéticos llamados Tokamaks, que se componen de una cámara toroidal equipada con sistemas de electroimanes cuyos campos magnéticos puedan confinar el plasma. Con base en

numerosas investigaciones y datos de ITER se estudió la dinámica del plasma al mismo tiempo que se realizó un análisis de los campos magnéticos de los sistemas de electroimanes y como se combinan entre sí para compensar los comportamientos desfavorables para el confinamiento que llega a tener el plasma, consiguiendo así un flujo estable. También se estudió la interacción entre campos de los electroimanes con los producidos por el flujo del plasma. Con la información recabada se realizó la simulación del confinamiento del plasma en una cámara toroidal tipo Tokamak similar a la del proyecto ITER. Se reportan los resultados de las simulaciones hechas con COMSOL Multiphysics 5.6.

16:45-17:00 **Avances en el Diseño del Tokamak TPM-1** *Hernani Yee-Madeira (hernaniyee@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional;*
Martin Nieto Perez (mnieto@psu.edu), Pennsylvania State University;
**Gonzalo Ramos López (gramos@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;*
**Expositor.*

El Tokamak TPM-1 es uno de los dos únicos tokamaks que México ha desarrollado. Operó en la Escuela Superior de Ingeniería Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) hasta el año 2000 aprox. En la última década se han hecho esfuerzos en el CICATA-IPN Unidad Querétaro por reactivar este experimento. En esta presentación se describen los diferentes trabajos realizados, los logros alcanzados y los trabajos en curso.

17:00-17:30 **¿Un cátodo virtual en la técnica pulsada de Townsend?** **Olmo González-Magaña (olmogm@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;*
**Expositor.*
Antonio Marcelo Juárez (amjuarez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;
Jaime De Urquijo (jdu@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;

En esta charla se presenta el estudio de la movilidad electrónica en el seno de una descarga en oxígeno gaseoso (O_2), en el régimen de Townsend[1]. En la geometría tradicional, los electrones iniciales se liberan de la superficie del cátodo de un capacitor de placas paralelas. En cambio, en este trabajo, los electrones se generan por la ionización de un gas cuando un pulso láser, sin enfocar, de 355 nm lo atraviesa a la mitad de la separación del capacitor, formando una especie de cátodo virtual. La intensidad, I , del pulso utilizado fue de $16.2 \times MW/cm^2$ por lo que, preliminarmente, atribuimos la formación del cátodo virtual a la fotoionización en O_2 [2]. Para confirmar esta hipótesis, se verificó este mismo fenómeno en muestras gaseosas de N_2 y Xe. Estas mediciones se realizaron con un atenuador y una lente de $f = 30$ cm para enfocar el haz en el centro del capacitor. Con este arreglo es posible incrementar la intensidad hasta $9.1 \times 10^{11} W/cm^2$. En este trabajo

se presentan e interpretan los resultados de los tres sistemas mencionados (O_2 , N_2 y Xe) como función de la intensidad del pulso y del parámetro de Keldysh [3]. Se reportan las mediciones de los coeficientes de ionización efectiva y la velocidad de arrastre electrónica a partir del análisis de avalanchas generadas desde este cátodo virtual, y se comparan y discuten las similitudes y diferencias con mediciones hechas con cátodos reales. Finalmente, se discuten las implicaciones y limitaciones del uso del cátodo virtual en la técnica Pulsada de Townsend[4]. Investigación realizada gracias a los Programas UNAM-PAPIIT IA 101922, IN 118520, IN 116920. Agradecemos el apoyo técnico de A Bustos, G Bustos y H Hinojosa. [1] Suplemento del Bol. Soc. Mex. Fís, pp 137 (2021) [2] Suplemento del Bol. Soc. Mex. Fís, pp 101(2020) [3] J. Chem. Phys, 108, pp7739 (1998) [4] IEEE Conf Electr Insulation Dielectr Phenom (CEIDP) 130 (2014)

17:30-17:45 **Diseño conceptual de una antena y del sistema ICRF para calentamiento ion ciclotron del aparato CMFX** *Carlos Romero Talamás (romero@umbc.edu), Universidad de Maryland; Mauricio Orozco Chacón (orozcochm@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Julio Martinell Benito (martinel@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Debbyoti Basu (debbyotibasubasu@gmail.com), Universidad de Maryland;
El experimento CMFX (Centrifugal Mirror Fusion Experiment) que se construye en la U. de Maryland consiste esencialmente en un plasma confinado en un espejo magnético que rota a velocidades del orden de la velocidad de Alfvén. La rotación con cizalla radial se usa para calentar al plasma y para estabilizar el desarrollo de inestabilidades. Adicionalmente, se planea tener un sistema de calentamiento por ondas Ion Ciclotrón (ICH) para las etapas posteriores que eleve la temperatura de los iones para iniciar la fusión. Aquí se presenta el diseño concep-

tual del esquema de calentamiento en ICRF y de la correspondiente antena. Se estudian las propiedades de las ondas requeridas para que se puedan propagar hasta la región de absorción, analíticamente y con simulaciones. Se usan los campos magnéticos calculados para la máquina y perfiles de densidad y temperatura del tipo esperado en estas configuraciones. Los esquemas de calentamiento considerados incluyen usar la frecuencia híbrida ion-ion y calentar a iones minoritarios. Se asumen densidades en el rango $n = 1 \times 10^{18} - 5 \times 10^{19} m^{-3}$ con perfiles huecos cuyo máximo está en $\rho = r/a \approx 0.1$ con campos de $B_0 = 0.5T$. Se espera aumentar la temperatura iónica en 0.1 keV con un sistema ICRF de potencias de 20 kW que representa el 20

de la temperatura inicial pretendida de 0.5keV . Como especies minoritarias se consideran D y He. Para la configuración de antenas se estudian (a) un arreglo de dos antenas de anillo y (b) una antena dipolar de arco y se simulan usando COMSOL Multiphysics.

17:45-18:00 **Efecto de islas magnéticas en plasmas compresibles.** *François Waelbroeck (flw@mail.utexas.edu), University of Texas at Austin; Julio Javier Martinell Benito (martinel@nucleares.unam.mx), Massachusetts Institute of Technology; *María Stefany Cancino Escobar (maria.cancino@correo.nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El presente trabajo desarrolla la solución analítica y numérica para islas magnéticas angostas, esto es, islas con un ancho menor que el radio de Larmor sónico, $w \ll \rho_s$, en un plasma compresible. Se utiliza un modelo fluido de iones fríos en el régimen semi-colisional y considerando una geometría de placa. Se muestran las diferencias en los perfiles del plasma entre los casos incompresible y compresible. Se estudia el efecto que tiene la compresibilidad del plasma sobre la evolución del ancho de las islas magnéticas y, por consiguiente, en la estabilidad del plasma.

Física de Sistemas Complejos
Salón Danzantes (A)

08:30-09:00 **Estimadores rotacionalmente invariantes en la optimización de cartera para revelar el estado financiero** *Andrés García Medina (*dsm0109@gmail.com*), CIMAT - Monterrey; *Expositor.

Los estimadores rotacionalmente invariantes (RIE) son una nueva familia de estimadores de matrices de covarianza basados en la teoría de matrices aleatorias y la probabilidad libre. La familia RIE ha sido propuesta en la literatura para mejorar el rendimiento de una cartera de inversión en el marco del modelo de Markowitz. Aquí aplicamos técnicas RIE de última generación para mejorar la estimación de estados financieros a través de la matriz de correlación. Para ello se empleó el Clustering Sintetizado (SYNCLUS) y un algoritmo de programación dinámica para un clustering unidimensional óptimo. Encontramos que las estimaciones RIE del riesgo mínimo de la cartera aumentan el almacenamiento activo de información (AIS) en los mercados americano y europeo. Además, la dinámica local de AIS imita el comportamiento de los estados financieros al estimar bajo el algoritmo de agrupamiento unidimensional. Nuestros resultados sugieren que en tiempos de turbulencia financiera las estimaciones de RIE pueden ser de gran utilidad para minimizar la exposición al riesgo.

09:00-09:15 **Irreversibilidad temporal de la actividad eléctrica cardíaca.** Raúl Salgado García (*raulsg@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Cesar Octavio Maldonado Ahumada (*cesar.maldonado@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.;

*Nazul Bonfilio Merino Negrete (*merino_negrete@hotmail.com*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.; *Expositor.

Proponemos un estimador de irreversibilidad temporal basado en la Divergencia de Kullback-Leibler y mostramos su utilidad para discriminar entre electrocardiogramas (ECGs) de pacientes sanos y con condiciones médicas. El indicador se construye a partir de una codificación simbólica multivariable del ECG, que nos permite relacionar las fluctuaciones en la variabilidad del ritmo cardíaco con alteraciones en las amplitudes de las ondas del ECG, que se producen en presencia de condiciones médicas.

09:15-09:30 **Análisis estructural de sistemas espaciales bioinspirados: eficiencia de red de morfologías fractales** José Luis Carrillo Estrada (*carrillo@*

ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

José Roberto Nicolás Carlock (*jnicolas@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Ana Cecilia Flores Ortega (*acflores@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En la naturaleza, podemos observar una amplia variedad de estructuras ramificadas generadas a través de procesos fuera del equilibrio. Estas estructuras pueden ser creadas por sistemas vivos o inertes, las podemos ver en minerales, el sistema vascular, cúmulos de galaxias e incluso en colonias bacterianas, por mencionar algunos ejemplos. Este tipo de sistemas resuelven un problema de exploración espacial adaptativa. A través del análisis fractal, podemos obtener una descripción macroscópica de la complejidad espacial de estos sistemas, en términos de sus dimensiones fractales. Para obtener una descripción complementaria de la complejidad topológica del sistema, utilizamos la teoría de redes. En este trabajo presentamos un análisis estructural de sistemas espaciales bioinspirados, caracterizando las propiedades de exploración espacial de un conjunto de cúmulos de partículas en dos dimensiones: los fractales estocásticos generados por Agregación Balística y Agregación Limitada por Difusión, los fractales deterministas Vicsek y Hexaflake, y las redes Hexagonal y Kagome. Con el objetivo de encontrar cuales de estos sistemas son los que mejor exploran y cubren el espacio, calculamos el alcance, cobertura, costo estructural, complejidad configuracional y eficiencia.

10:00-10:30 **Comparación de dos métodos de Codificación-Decodificación del Genoma** Gabriela Duran Meza (*gdm.pfm@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;

Jeanett López García (*jeanettlg@hotmail.com*), División de Matemáticas e Ingeniería, UNAM-FES Acatlán;

*José Luis Del Río Correa (*jlrc@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.

Recientemente se han presentado dos métodos diferentes de Codificación-Decodificación de Series Genómicas, ambas basadas en el Juego del Caos de Jeffrey, en los cuales se hace el proceso de Codificación-Decodificación al encriptar una Serie genómica conformada por miles ó millones de nucleótidos, por tres números enteros. En este trabajo presentamos ambos métodos, establecemos la forma en que están relacionados, así como las ventajas que tiene uno de ellos tanto en su manejo, como en la facilidad de averiguar cuando una serie genómica presenta alteraciones, indicando el lugar en que se encuentran en la cadena

genómica, así como cuales son los nucleótidos que han sido alterados y por cuales nucleótidos han sido sustituidos

10:30-10:45 **Espectro de frecuencia de modos colectivos de una red de Cayley con enlaces tipo Watts-Strogatz** *Francisco Javier Sevilla Pérez (fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Oscar Ivan Torres Mena (oscar_gks@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Es de amplio interés el estudio de los efectos subyacentes de redes no regulares (posiblemente redes complejas) que modifican los fenómenos colectivos que emergen en redes regulares. Una situación física paradigmática que da lugar a fenómenos colectivos corresponde a un sistema de osciladores armónicos acoplados dispuestos en una red regular periódica. Cada uno de los modos normales de vibración da cuenta de la frecuencia de vibración colectiva del sistema. En este trabajo nos centramos en el estudio de los modos normales de vibración en árboles de Cayley, cuya estructura yace entre una red periódica simple y una red compleja. En particular, de árboles de Cayley con diversos números de ramificación a los cuales se añaden nuevos enlaces que funjan como defectos o atajos (similares a los considerados por Watts y Strogatz en sus redes de mundo pequeño) en la red original.

10:45-11:00 **Análisis de convergencia de los puntos de equilibrio en una red compleja subyacente de los factores involucrados en el parto a través de algoritmos de inteligencia artificial** *José Eduardo Cháirez Veloz (jechaires@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Adrián Jesús Maldonado Oclia (ao96929@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Oscar Eduardo Morales Toledo (oscar_morales@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Katya Verónica Fuentes Sánchez (katya.fuentes23@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

María De Los Ángeles García Santiago (maria.g_s-2001@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Alan Enrique Valentin Robles (alan.evr66@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Las complicaciones subyacentes antes, durante y después del proceso de parto impactan tanto a la madre como al recién nacido. Datos de la Organización Mundial de la Salud muestran que alrededor de 830 mujeres embarazadas mueren al día durante este evento. Este proceso puede ser descrito y analizado desde una perspectiva de sistemas complejos, ya que diversos factores físicos, fisio-

lógicos, genéticos, entre otros, interactúan entre sí como una red compleja dando lugar a dos puntos de equilibrio estables únicos; parto vaginal o cesárea. Una estimación oportuna de la convergencia al punto de equilibrio en cuestión brinda a los especialistas la posibilidad de realizar un diagnóstico temprano y así proveer intervenciones adecuadas, que podrían reducir la tasa de mortalidad durante el parto. En esta dirección, se implementa un algoritmo de clasificación basado en inteligencia artificial para estimar el tipo de nacimiento, a partir del análisis de 12 predictores estadísticos relacionados con 552 muestras de datos de cardiografía, contracciones uterinas y otros parámetros médicos. A través de las matrices de confusión se comparan distintos modelos de árboles de decisión y de Support Vector Machine, donde los resultados muestran que el algoritmo con mejor desempeño es capaz de predecir hasta en un 93.6% el tipo de nacimiento. Finalmente, se discute el alcance y limitaciones de este algoritmo para el diagnóstico preventivo en mujeres embarazadas en México.

Física de Plasmas
Salón Danzantes (A)

16:00-16:30 **Siguiendo una prominencia desde el Sol hasta Parker Solar Probe combinando las observaciones de diferentes misiones espaciales** **Tatiana Niembro Hernández (tniembro@cfa.harvard.edu), Smithsonian Astrophysical Observatory; *Expositor.*

El 25 de abril del 2021, la sonda Parker Solar Probe Cup a bordo de Parker Solar Probe (PSP) registró el paso de una estructura de viento solar caracterizada por una relación de densidades entre partículas alfas y protones ($\text{He}^{+2}/\text{proton}$) superior al 6% que se mantuvo clara y constante durante tres horas y débil e intermitente durante las siguientes doce horas. Solar Orbiter (SolO) y PSP estaban en cuadratura casi perfecta, lo que permitió la observación óptima de una eyección desde su fuente cerca del Sol hasta su arribo a PSP. En este trabajo, reportamos el seguimiento de la erupción con la combinación de las observaciones remotas de múltiples sensores (coronógrafos y generadores de imágenes heliosféricas) de diferentes misiones espaciales (SolO, PSP y Solar-Terrestrial Relations Observatory-A, STA) y las mediciones in-situ medidas por PSP. La eyección arribó a PSP cuando se encontraba a 46 R, 8 horas después de cruzar la hoja de corriente heliosférica. De nuestro análisis, se identificó como la fuente de la eyección, una prominencia solar. La eyección de masa coronal (CME) asociada presentó firmas de plasma ordinarias y un campo magnético complejo. Las imágenes de PSP/WISPR muestran una estructura que ingresa al campo de visión unas horas antes del paso por PSP seguido por estructuras transitorias repetitivas que pueden ser el resultado de volar a través del cuerpo de la CME, siendo entonces, la primera vez que se capta una CME directamente, antes, durante y después de su detección in-situ. Este estudio destaca la importancia de combinar las obser-

vaciones remotas e in-situ de diferentes naves espaciales, sobre todo cuando están en cuadratura. *Katherine Reeves, Daniel B. Seaton, Phillip Hess, David Berghmans, Vincenzo Andretta HSO Connect Eruptions, PSP and Solar Orbiter Teams

16:30-16:45 **Tormentas de ondas tipo espejo en la magnetofunda terrestre** *Xóchitl Blanco Cano (xbc@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Diana Rojas Castillo (dianarc@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La interacción del viento solar con el campo magnético de la Tierra origina la formación de la magnetósfera, la cual se encuentra rodeada por la magnetopausa y el choque de proa. Entra estas dos capas se localiza la magnetofunda, una región de plasma altamente perturbado donde abundan ondas de ultra baja frecuencia que son cruciales en la redistribución de energía y momento desde la región del choque y hasta la magnetopausa. Debido a la anisotropía en la temperatura de iones y a los elevados valores de la beta del plasma que caracterizan a la magnetofunda, uno de los modos ahí presentes es el modo espejo. Las ondas asociadas a esta inestabilidad se observan frecuentemente en el viento solar además de los ambientes magnetosféricos. Russell et al. (2009) y Enríquez-Rivera et al. (2013) reportaron la ocurrencia de tormentas tipo espejo en el viento solar. Tales tormentas consisten en trenes de hoyos y picos en la magnitud del campo magnético que pueden durar horas. En este trabajo mostramos la existencia de tormentas espejo en el plasma de la magnetofunda a partir de datos de las misiones THEMIS y MMS. Exploramos las características de las tormentas, su evolución temporal y posibles dependencias de la beta del plasma. También analizamos la evolución de las distribuciones de iones asociados a las regiones con presencia de ondas tipo espejo.

16:45-17:00 **Conversión de energía durante la reconexión magnética que origina las fulguraciones solares** *Francisco S. Guzmán (francisco.s.guzman@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*

**Itzayana Izquierdo Guzmán (carmen.izquierdo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Uno de los mecanismos responsables de la formación de las fulguraciones solares es la reconexión magnética, durante el cual ocurre una conversión de energía magnética en energías cinética y térmica. Para cuantificar este fenómeno simulamos la evolución del plasma durante una fulguración mediante la solución de las ecuaciones de la MHD con resistividad y conductividad térmica. Las simulaciones suponen una configuración en 2.5D en un dominio rectangular perpendicular a la superficie solar que contiene la interfaz entre la cromosfera y la corona. Para disparar la fulguración se considera un campo magnético

inicial libre de fuerzas externas con cambio de polaridad a lo largo de una línea vertical, y un perfil de resistividad Gaussiano que define la zona de difusión donde tendrá lugar la reconexión magnética. El estudio determina la influencia de la magnitud del campo magnético, el cual va de 11 a 50 Gauss en los máximos de las configuraciones con β de 0.19 a 0.059, en un ambiente sin conductividad térmica y con ella. En cada caso se mide la tasa de reconexión magnética y la conversión de energía magnética en energía cinética y térmica dentro de la región de difusión, y de ahí se cuantifica la influencia de incluir o no la conductividad térmica.

17:00-17:30 **Efecto de la temperatura y la energía sobre el desempeño de propulsores espaciales en base a ablación láser** *Hugo Martín Sobral (martin.sobral@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

Luis Angel García Villarreal (lgvangel@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana;

**Arturo Robledo Martínez (robledo_martinez@yahoo.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

Cuando se ablaciona un blanco con láser de alta potencia, se expulsan iones y fragmentos de material vaporizado de su superficie. Estos adquieren momento al ser creados y por reacción transmiten impulso a la superficie emisora. Algunos investigadores han propuesto que esta transferencia de impulso se puede emplear para propulsar naves espaciales. Hasta la fecha se han hecho pruebas con éxito usando como blanco materiales orgánicos, agua y, más recientemente, metales. Un satélite artificial está expuesto a diferentes temperaturas, que pueden ser tan bajas como 3 K. Al ser ablacionados en el espacio, los blancos pueden estar expuestos a temperaturas que pueden variar de 273 a 3 K. En este trabajo se reportan experimentos de ablación sobre una muestra de aluminio la cual se colocó dentro de una cámara de vacío en contacto con el dedo frío de un refrigerador de helio que puede bajar la temperatura de ambiente (293 K) a 20 K. Se enfocó el haz de una láser pulsado Nd:YAG con energías de 15 a 150 mJ sobre la muestra para producir el plasma de ablación. Se utilizó una cámara fotográfica ultrarrápida para obtener fotografías de barrido de la expansión del borde del plasma. Se midió la velocidad de expansión de la pluma del plasma a diferentes temperaturas del blanco desde 20 K hasta temperatura ambiente y diferentes energías láser. La velocidad del frente luminoso del plasma y la cantidad de masa ablacionada permiten realizar una estimación del momento transferido. Las velocidades medidas dependen de la energía del láser empleado y la temperatura del blanco y se encuentra que la velocidad resulta ser del orden de cientos de km/s, mientras que el volumen ablacionado para 20 pulsos acumulados varía entre 11,000 y 60,000 micrones cúbicos lo que da una masa removida, por pulso, de 30 y 170 ng, respectivamente. Con estos resultados se pue-

de obtener una cota superior para el momento transferido que resulta ser del orden de 0.001 g m/s, por disparo.

17:30-17:45 **Estudio de la propagación de viento solar y eyecciones de masa coronal: simulaciones numéricas magnetohidrodinámicas (MHD) y su comparación con las observaciones** *Juan Américo González Esparza (americo@igeofisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*
Ángel André Sandoval Hurtado (angelandre1999@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
Luis Ángel De León Alanís (luis.deleonat@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;
Michal Ben-Nun (mbennun@predsci.com), Predictive Science Inc.;
Pete Riley (pete@predsci.com), Predictive Science Inc.;

**José Juan González Avilés (jggonzalez@igeofisica.unam.mx), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se presentará un estudio de la dinámica de la propagación de corrientes de viento solar (VS) y eyecciones de masa coronal (EMCs) en el medio interplanetario por medio de simulaciones numéricas MHD en tres dimensiones esféricas. Adicionalmente, se mostrarán algunos resultados para la velocidad, densidad y campo magnético del VS cercano al entorno terrestre (1 AU);

y además se describirán las condiciones de los choques producidas por las EMCs en el entorno de la Tierra. Finalmente, los resultados de las simulaciones numéricas se compararán con las mediciones in situ obtenidas por ACE, WIND, STEREO-A, Parker Solar Probe y Solar Orbiter.

Física de Plasmas
Salón Danzantes (A)

17:45-18:00 **Caracterizando las estructuras de plasma en la corona solar baja** *Angel Resendiz Aviles (angelr4a1@gmail.com), ESIA Ticoman "Ciencias de la Tierra" Instituto Politecnico Nacional;*
Tatiana Niembro Hernández (tniembro@cfa.harvard.edu), Center for Astrophysics , Harvard & Smithsonian;
**Alejandro Lara Sánchez (alara@igeofisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La corona solar expulsa plasma continuamente en forma de viento solar y esporádicamente en forma de eyecciones de masa coronal. La densidad y velocidad de estos eventos es determinada mediante técnicas que están limitadas observacionalmente ya que solo contamos con proyecciones en el plano del cielo de la luz fotosférica dispersada por los electrones libres del plasma. En este trabajo presentamos una nueva técnica para estimar la densidad y velocidad del plasma expulsado durante eventos transitorios de mediana y gran escala. Presentamos la técnica, su aplicación y la comparación de los resultados con los métodos tradicionales.

COVID-19
Salón Danzantes (A)

09:00-09:15 Entendimiento de la dinámica de contagio por medio de modelos numéricos de materia activa Francisco Alarcón Oseguera (paco@fisica.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, Campus León.;

Isela Sicarú Regalado Alvarado (sicaruregalado@gmail.com), División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, Campus León.;

*Arturo Daniel Jiménez Salazar (jimenezsa2018@licifug.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, Campus León.;

El entendimiento de la dinámica de contagio o propagación de una enfermedad, tal como se ha visto recientemente con la pandemia derivada del virus Sars Cov-2 (COVID-19), se ha vuelto una pieza fundamental para reducir su propagación y por lo tanto reducir la enfermedad y en consecuencia posibles muertes derivadas del virus. Ante esta motivación, el presente proyecto tiene como objetivo dar una alternativa a los modelos estadísticos clásicos como el SI, dando mayores grados de libertad a los posibles parámetros asociados al contagio dentro de la dinámica de la infección, como el rango espacial del contagio, el uso de máscaras, el confinamiento de la población, etc. Esta alternativa consiste en la modelización de la población como partículas brownianas activas (ABP) sobre un área fija, como una plaza, un aula, un teatro, etc. Para describir el comportamiento de la propagación de la infección por un virus, estudiamos de manera sistemática la dinámica de contagio en función de parámetros como la relación entre el movimiento de las personas y la densidad de los individuos en cierta área, así como la introducción de una población de individuos denominada como “protegida” para conocer como impactan estos agentes a la dinámica de contagio. Donde los agentes protegidos simulan el efecto del uso de mascarillas o de personas vacunadas. Esta metodología puede servir de base científica para la aplicación de políticas públicas y protocolos ciudadanos para la protección de la población. Así como el punto de partida para desarrollar un software o aplicación para la prevención del contagio.

09:15-09:30 Analisis de la eficacia de mascararas de proteccion personal bajo un armado experimental basado en la NOM-116 Sandra Elizabeth Rodil Posada (srodil@unam.mx), Universidad de Cambridge;
Richard Falconi Calderón (richart.falconi@ujat.mx), Instituto de Investigaciones de Materiales;

*Dionicio Alberto Perez Landero (dionicio.apl@gmail.com), Universidad Juarez Autonoma de Tabasco; *Expositor.

La enfermedad del COVID-19 tuvo sus orígenes en el 2019, fue hasta el 11 de marzo de 2020 que la Organización Mundial de la Salud (OMS) la declaro como pandemia. En México, la fase 3 de la pandemia inicio el 1 de abril de 2020. Esta medida trajo consigo consecuencias como distanciamiento social y restricciones a la movilidad las cuales afectaron la vida económica y social del país. Esta situación extraordinaria creo una demanda sin precedentes por máscaras de protección personal (MPP), principalmente KN95 y mascararas tricapa quirúrgicas. Esta nueva demanda por MPP creo un escenario de escasez durante los primeros meses, llevando a muchas personas a optar por el uso de mascarillas hechas en casa de cuestionable eficacia de filtrado. A dos años de este panorama inicial, el mercado mexicano se ha llenado de una gran variedad de MPP, de las cuales para la gran mayoría no se tiene información sobre su nivel de protección. La necesidad de saber sobre el nivel de protección que ofrecen las diversas MPP disponibles en México nos lleva a la elaboración este estudio, en el cual se llevaran a cabo trabajos experimentales para medir y comparar diversas MPP a través de tres pruebas clave: eficacia de filtrado, diferencia de presión y ajuste de las MPP. En este trabajo se realizó la medición y comparación de los 3 puntos clave antes mencionados una gran variedad de MPP disponibles en México para conocer su verdadero nivel de protección.

COVID-19
Salón Danzantes (A)

10:00-10:30 Herramientas de Inteligencia artificial aplicadas al diagnóstico temprano de COVID-19 usando radiografía de tórax Roxana Mitzayé Del Castillo Vázquez (roxanadelcastillo@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Carolina Rosas Alariste (carolina.rosas.a@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En los últimos años se ha popularizado usar técnicas de inteligencia artificial para el análisis en estudios radiológicos de diferentes índoles debido a su eficacia en el diagnóstico. Este tipo de técnicas son ideales para detectar la enfermedad producida por el virus Sars-CoV-2 gracias a la neumonía que se produce dentro del cuadro sintomatológico de la enfermedad. Una ventaja de los diagnósticos realizados mediante radiografías torácicas es el bajo costo y la disponibilidad general de este tipo de estudios. Se propone un

modelo clasificador de imágenes Deep Learning con cuatro categorías; paciente sano, paciente COVID, paciente con Neumonía Viral y paciente con Opacidad Pulmonar. El modelo propuesto fue entrenado con 5 redes neuronales preexistentes evaluadas como State of Art; ResNet18, ResNet50, ResNetXt101, VGG16 e InceptionV3. Se utilizó una base de datos obtenida de Kaggle y además se trabajó en colaboración con un médico radiólogo para ampliar la base de datos enfocada en el grupo de prueba. Todas las redes se optimizaron con AdamNet. Se realizó una evaluación exhaustiva del desempeño del modelo en conjunto con las antes mencionadas redes neuronales con el objetivo de llevar al modelo a su óptimo desempeño. Se encontró que las redes con mejor desempeño fueron la red VGG16 y ResNet50 con AUROC del 95% y 93% respectivamente. En ambos casos, mediante el estudio de pérdidas en entrenamiento y validación cruzada, se concluyó que el modelo tiene un buen ajuste y generalización. En todos los casos se obtuvieron precisiones, sensibilidades y especificidades mayores al 85% para las 4 categorías. En todas las redes se obtuvieron rangos de error menores al 1%. De los resultados se puede concluir en que el modelo tiene un buen desempeño en general, siendo exitoso en identificar pacientes y clasificarlos en alguna de las 4 categorías, además de tener buenos resultados de ajuste y generalización.

10:30-10:45 **El laboratorio de materiales blandos portable como una estrategia ante el aislamiento de Covid19** *Adrián Arturo Huerta Hernández (*adrian.huerta@gmail.com*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA; *Expositor.

Rubén Sampieri Cabal (*rusampieri@uv.mx*), Facultad de Filosofía, Universidad Veracruzana;

Juan Rafael Acosta Portilla (*juaacosta@uv.mx*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

Argelia Sol-Haret Báez Barrios (*arbaez@uv.mx*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

Ana María Del Socorro García García (*mgarcia@uv.mx*), Facultad de Historia, Universidad Veracruzana;

Griselda Hernández Méndez (*grihernandez@uv.mx*), Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores Económicas y Sociales, Universidad Veracruzana;

Durante el periodo de aislamiento de Covid19 se implementó como estrategia un taller de divulgación que llamamos "Laboratorio de Materiales Blandos Portable" con objeto de que los estudiantes de servicio social y tesis pudieran continuar sus trabajos desde las diferentes regiones del estado de Veracruz. Actualmente dentro del "Cuerpo Académico UV-CA-78 - Estudios en Educación, se contemplan también diferentes posibilidades para aplicar las actividades como modelos didácticos STEAM, aplicarlas como actividades en línea, así como para ayudar en disminuir las desigualdades educativas en las diferentes regiones. Debido a que las actividades pueden aplicarse en el núcleo familiar pueden tener impacto en la formación, a niveles elementales a través de la observación de los experimentos demostrativos, mediciones y algunos cálculos a

niveles educativos medios de los hermanos y/o familiares de los estudiantes de servicio social y/o tesis de nuestro laboratorio quienes pueden fungir como tutores como guías y haciendo los análisis y conclusiones de sus propios trabajos.

10:45-11:00 **Tratamientos mixtos de ozonización y fotocatalisis heterogénea para tratamiento de fármacos consumidos durante la pandemia por Covid-19** Arizbeth Pérez Martínez (*arizbeth.perez@lasalle.mx*), Universidad La Salle México; *Adriana Benitez Rico (*adriana.benitez@lasalle.mx*), Universidad La Salle México; *Expositor.

A raíz de la pandemia por Covid-19 el consumo de algunos fármacos ha aumentado de manera significativa con el objetivo de mitigar los síntomas de la enfermedad, esto favorece la acumulación de sus principios activos en matrices ambientales como lo son los cuerpos de agua. En la actualidad es posible tratar estas sustancias y degradarlas en otras más sencillas que resulten inocuas al ambiente por procesos de oxidación química. Entre los procesos de oxidación avanzada se encuentra el uso de ozono, peróxido de hidrógeno, fotocatalizadores para la generación de radicales libres en agua que favorezcan la oxidación de contaminantes. En este trabajo presentamos la propuesta de un tratamiento mixto con ozonización y fotocatalisis heterogénea para degradar los fármacos más utilizados.

Partículas y Campos
Salón Danzantes (A)

16:00-16:30 **Simetrías discretas y materia oscura bajo la lupa de los colisionadores** *Catalina Espinoza Hernández (*m.catalina@fisica.unam.mx*), CONACYT-Instituto de Física UNAM; *Expositor.

Las simetrías discretas de sabor se emplean a menudo en modelos más allá del Modelo Estándar (ME) para reproducir exitosamente los patrones de masas y mezclas de los fermiones del ME utilizando varios mecanismos bien conocidos. Constricciones obvias sobre estos modelos se pueden aplicar de la no-observación de corrientes neutras con cambio de sabor, que produce fuertes límites. En esta plática discutiré la estrategia de utilizar la fenomenología del sector de Higgs predicha por tales modelos, y sus correlaciones con el sector de materia oscura, para complementar y reforzar dichos límites o constricciones explotando la disponibilidad de abundantes datos obtenidos en búsquedas de escalares pesados en colisionadores, incluyendo perfiles de verosimilitud recientemente divulgados por ATLAS y CMS en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC).

16:30-16:45 **Effective couplings approach for dark matter candidates** Ricardo Gaitán Lozano (*rgaitan@unam.mx*), FES Cuautitlán UNAM; Jose Halim Montes De Oca Yemha (*josehalim@comunidad.unam.mx*), FES Cuautitlán UNAM;

**Inti Ernesto Chavez Menez (inti.ernesto.chavez@gmail.com), FESC UNAM; *Expositor.*

We study dark matter candidates as weak interacting massive particle in different types of spin. Our study introduces effective couplings between dark matter and ordinary particles of the scalar, pseudoscalar, vectorial and axial forms. Under last assumption we obtain the relic density for the different types of dark matter candidates.

16:45-17:00 **Partículas tipo Axión y su posible efecto en el espectro de fuentes ultraenergéticas** *José Andrés García González (anteus79@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Toluca;*

José Rubén Alfaro Molina (ruben@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Sergio Hernández Cadena (skerzot@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Alvaro Yobaín Pratts Martínez (yoba_m_t_a@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Uno de los principales incógnitas de la física es la llamada materia oscura, un tipo de materia que presenta efectos gravitacionales pero no emite ninguna radiación electromagnética, contrario a la materia bariónica. Uno de los modelos más usados para describir su naturaleza y composición ha sido el WIMPs (Weakly interacting massive particles) basado en una extensión supersimétrica del modelo estándar de partículas (SM). Sin embargo, los experimentos del LHC no se han reportado ninguna partícula supersimétrica y otros modelos surgido con más fuerza y renovado interés. Uno de estos estudios propone *Axion like particles* (ALPs), las cuales son partículas hipotéticas, ligeras (en el rango de \sim neVs), que surgen de una extensión al concepto de Axión de QCD dentro del marco de teorías más allá del modelo estándar (BSM) como teoría de cuerdas. Estas ALPs son de nuestro interés ya que a muy altas energías los fotones podrían oscilar y convertirse en ALPs atenuando el espectro de cualquier fuente de rayos-gamma de energías de TeV. En este trabajo, a partir del estudio espectral de la fuente eHWC J1908+063, detectada por el observatorio HAWC, se establecieron cotas en dos parámetros fundamentales de las ALPs: masa y constante de acoplamiento.

17:00-17:15 **Candidatos a Materia Oscura en Extensiones del Modelo Estándar** **Sheryl Maritza Melara Durón (sheryl.melara@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Ricardo Gaitan Lozano (rgaitan@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Sabemos que para poder explicar la presencia de materia oscura en el universo es necesaria la búsqueda de nueva física. Por tanto, se han construido distintos modelos que contemplan posibles candidatos a materia oscura en ex-

tensiones del Modelo Estándar. Algunos modelos que han sido muy estudiados debido a su simplicidad son el Modelo Inerte, el Modelo Escotogénico y modelos con tripletes de Higgs. Estos modelos también pueden ser extendidos para contemplar la posibilidad de tener dos o más candidatos a materia oscura y evaluar si estos candidatos cumplen con la densidad remanente observada por Planck. En esta plática discutiremos sobre las características y ventajas de dichos modelos.

17:15-17:30 **Analysis of the Z' resonance and Higgs boson production and decay associated with a top quark pair as a probe of a $SU(3)_L \times U(1)_N$ model at future e^+e^- colliders** *Maria De Los Angeles Hernandez Ruiz (mahernan@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Puebla;*

Alejandro Gutierrez Rodriguez (alexgu@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Puebla;

**Francisco Ramírez Sánchez (paco2357@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

We analyze the phenomenology of the production sensitivity of the Standard Model Higgs bosons h as well as for a heavy Higgs boson H in relation with the possible existence of a heavy Z' neutral boson associated with a top quark pair in the framework of a $SU(3)_L \times U(1)_N$ electroweak model. This approach predicts new Higgs bosons beyond the one of the standard model and we investigate the signature and production of neutral Higgs bosons at the energy scales that will be reached in the near future at projected e^+e^- linear colliders such as the ILC and CLIC. We focus in the resonance and no-resonance effects of the annihilation processes $e^+e^- \rightarrow (\gamma, Z, Z') \rightarrow t\bar{t}h$ and $e^+e^- \rightarrow (\gamma, Z, Z') \rightarrow t\bar{t}H$. Furthermore, we develop and present novel analytical formulae to assess the total cross-section involved in the production of Higgs bosons. We find that the possibility of performing precision measurements for the Higgs bosons Zh and ZH and for the Z' boson is very promising at future e^+e^- linear colliders. We find that for center-of-mass energies of $\sqrt{s} = 500 - 3000$ GeV and integrated luminosities of $\mathcal{L} = 500 - 2000$ fb $^{-1}$, the total number of expected $t\bar{t}h$ and $t\bar{t}H$ events can reach (aun no se) and ?, respectively, in the future e^+e^- linear colliders. The first process is very optimistic and thus it would be possible to perform precision measurements for both the Z' resonance and the Higgs boson h . This work complements other studies on the associated production $t\bar{t}h$ and $t\bar{t}H$ in the context of a $SU(3)_L \times U(1)_N$ electroweak model at hadron and e^+e^- colliders.

17:30-17:45 **Eficiencia de ionización para detectores de Si y Ge a energías menores a 1 keV** *Juan Carlos D' Olivo Saez (dolivo@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;*

Alexis Armando Aguilar Arévalo (alexis@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;

**Youssef Sarkis Mobarak (youssef@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.*

La eficiencia de ionización para retrocesos nucleares o "quenching factor" (QF) juega un papel crucial en detectores de tipo de ionización especializados en detecciones menores a 1 keV para búsquedas de materia oscura, detección CE ν NS, y en la búsqueda de nueva física a través de este canal. Estudiamos la eficiencia de ionización de retrocesos nucleares en materiales puros utilizando un modelo de primeros principios basado en la teoría de Lindhard. Incluimos el efecto de la energía de amarre atómico, así como un mejor modelado del poder de frenado electrónico, así como otros efectos. Nuestro modelo describe los datos más recientes del QF en silicio y también puede acomodar los efectos observados en datos recientes de germanio, prediciendo el comportamiento de QF hasta la escala de energía de producción del par de Frenkel (40 eV).

***Partículas y Campos**
Salón Danzantes (A)*

17:45-18:00 **The PiENU experiment, a sensitive probe for new physics with pion decays** *Richard Mischke (mischke@triumf.ca), TRIUMF;*

Saul Cuen Rochin (saulcuen@tec.mx), Tecnológico de Monterrey;

Alexis Aguilar Arevalo (alexis@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

**Carlos Iván Ortega Hernández (ivan.ortega@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*

The PIENU experiment at the TRIUMF laboratory in Vancouver, Canada, aims to provide a high precision measurement of the pion decay branching ratio $R_\pi = \Gamma[\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e(\gamma)]/\Gamma[\pi^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu(\gamma)]$, calculated within the standard model as $R_\pi^{SM} = (1.2352 \pm 0.0002) \times 10^{-4}$ with a precision of 0.016 %. Different scenarios for physics BSM such as the violation of lepton universality, new pseudoscalar interactions have an impact on R_π . By measuring R_π with a precision comparable to the prediction of the SM the sensitive structure of the weak interaction can be tested. Between 2009 and 2012, PIENU accumulated 6.5 million $\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e$ decays, operating at the M13 beamline at TRIUMF. The analysis of a subset of the 2010 data with 400 thousand events was published in 2015 in agreement with the SM with a precision of 0.24%. Recent work has shown that the inclusion of additional 3.5 million events. In this presentation we discuss the progress and prospects on the analysis of the remaining data.

Dinámica de Fluidos
Salón Fuego (A)

08:30-09:00 **Los aros de humo y la turbulencia** *Rodolfo Ostilla-Mónico (*rostilla@central.uh.edu*), *Universidad de Houston, Texas, EU*; *Expositor.

En esta charla, hablaré sobre experimentos y simulaciones numéricas de colisiones de vórtices en anillo. En este sistema, ocurre una rápida transferencia de energía de grandes escalas a pequeñas y puede ser usado como problema canónico para estudiar la cascada turbulenta. Se describirán y analizarán los tres mecanismos para la transferencia de energía en anillos y tubos, y se aplicará al caso general de la turbulencia, viendo que podemos aprender de este caso particular para el caso general de la turbulencia homogénea e isotropa.

09:00-09:15 **Estudio de la dinámica de estelas producidas en flujos magnetohidrodinámicos** Aldo Figueroa Lara (*alfil@uaem.mx*), *CONACYT-Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*;

Sergio Cuevas García (*scg@ier.unam.mx*), *Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México*;

*Verónica Solano Olivares (*vso@ier.unam.mx*), *Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

En este trabajo se exploran flujos generados mediante un método electromagnético no intrusivo en donde un fluido conductor (metal líquido) atraviesa un ducto de sección transversal rectangular uniforme en presencia de un campo magnético localizado, generado por imanes permanentes dispuestos de manera externa a la región de flujo. El movimiento del líquido conductor dentro del campo magnético da lugar a interacciones electromagnéticas que originan una fuerza de Lorentz que actúa en dirección opuesta al flujo, actuando como un obstáculo magnético. La dinámica de este flujo se explora a través de simulaciones numéricas tridimensionales mediante un código numérico que emplea el Método de Volúmenes Finitos, el cual es validado con resultados experimentales. En este tipo de flujos intervienen dos parámetros adimensionales, el número de Hartmann que estima la intensidad de la fuerza magnética comparada con la viscosa, y el número de Reynolds. En este trabajo, el número de Hartmann permanece fijo y se exploran diferentes valores del número de Reynolds, encontrando condiciones donde la presencia de la fuerza de Lorentz da lugar a la transición del flujo en estado estacionario a un estado dependiente del tiempo que origina la formación de una calle de vórtices.

09:15-09:30 **Efecto del número de Biot en la convección natural de un fluido newtoniano en una cavidad** Alejandro Sebastián Ortiz Pérez (*sebastian.ortiz@uabc.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Baja California*;

*Ildebrando Pérez Reyes (*iperez@uach.mx*), *Universidad Autónoma de Chihuahua*; *Expositor.

El efecto de las conductividades térmicas de las paredes que confinan a un fluido en una cavidad rectangular son consideradas para dar una perspectiva más realista de las condiciones para el inicio de la convección natural en el seno de un fluido newtoniano. El problema consiste de una cavidad en 2D con paredes sólidas y fijas; mientras que se calienta por abajo únicamente. Para el presente estudio se consideraron diferentes razones de aspecto de la cavidad para determinar el número de Rayleigh como valor propio. Puesto que el objetivo principal de este trabajo era ampliar el espacio de los parámetros que definen las condiciones de criticalidad del inicio de la convección, se obtuvieron diversos conjuntos de curvas de criticalidad del número de Rayleigh contra el número de Biot para diferentes razones de aspecto. La solución del problema se realizó numéricamente mediante una extensión del método de Galerkin para tratar el problema de valor propio. Los resultados fueron validados con reportes de previos autores para el caso de la convección natural en capas de fluido newtoniano, por ejemplo. El estudio del problema consistió en mapear las propiedades conductivas de las paredes desde muy buenas conductoras del calor hasta paredes aislantes; mientras que la razón de aspecto fue variada desde cavidades muy angostas hasta cavidades anchas.

10:00-10:30 **Simulación de propagación de ondas sísmicas con Deep Learning** *Ursula Iturrarán (*ursula.iturraran@gmail.com*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Expositor.

En esta plática veremos cómo usar las redes neuronales para resolver ecuaciones diferenciales, una introducción a este tema. En la segunda parte veremos cómo se pueden usar las redes neuronales profundas para resolver problemas de simulación de propagación de ondas sísmicas.

10:30-10:45 **Efecto de la gravedad sobre perfiles de gotas líquidas.** José Elías Pérez López (*elias@fisica.uaslp.mx*), *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*;

*Nazareth Ceballos Ramírez (*nazareth.ceb16@gmail.com*), *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*; *Expositor.

Si bien, existen varios trabajos que estudian la deformación causada por la gravedad sobre perfiles de gotas líquidas colocadas en superficies sólidas, se ha hablado poco o

nada sobre como varía la forma funcional de la ecuación diferencial de Young-Laplace, la cual rige el comportamiento de estos perfiles, en este trabajo se muestra esta variación en su forma funcional de acuerdo al plano de simetría del sistema considerado y su dependencia con la coordenada elegida para escribirla, encontrando 2 formas funcionales para cada determinado sistema a considerar, además como alternativa se propone el uso de ambas formas funcionales como solución al problema existente del punto singular en los perfiles de gotas líquidas que su ángulo de contacto supera los 90° , ayudándonos a obtener perfiles con ángulos de contacto desde 0° a 180° evitando el punto singular y permitiéndonos estudiar el fenómeno completo. Por otro lado, mediante el radio de curvatura a lo largo del perfil hemos evaluado la distorsión causada por la gravedad sobre el mismo, mostrando que los efectos gravitatorios pueden ser más importante de lo que se puede llegar a pensar, dependiendo dicha deformación de parámetros como ángulo de contacto y volumen de la gota.

10:45-11:00 **MODELADO EXERGÉTICO Y TERMOECONÓMICO PARA EL ANÁLISIS DE COSTO DE UN CICLO DE SECADO DE ROPA EN UNA SECADORA ELÉCTRICA**

Leonardo Urbisola Soto (leonardo.urbiola@mabe.com.mx), UNAM; Martín Salinas Vázquez (msalinasv@ingen.unam.mx), UNAM;

William Vicente Y Rodriguez (wvicenter@ingen.unam.mx), UNAM;

**Santiago Alonso Plata Amarillas (santiago.plata@mabe.com.mx), UNAM; *Expositor.*

En el presente estudio se realiza un análisis energético y una evaluación termoeconómica a partir de pruebas de desempeño de una secadora de ropa de uso doméstico. La secadora es del tipo venteo que comprende de un elemento calefactor de resistencias eléctricas, un motor-correa que mueve tambor y un segundo motor para mover un ventilador centrífugo. Para la realización del análisis exergético se ha calculado la energía y exergía de cada una de las etapas de la secadora mediante los correspondientes balances de dichas magnitudes, así como el de masa. Para la realización de la evaluación termoeconómica de la secadora se definen las distintas variables necesarias, así como los métodos y caminos seguidos para el cálculo de estas. Esta evaluación, está basada en los principios de la Contabilidad Energética y Termoeconómica del sistema de secado. Se destaca que la información que se obtiene es fundamental tanto para el diseño como para la optimización del sistema con el objeto de minimizar los costes. Se examina la relación entre el ahorro eléctrico y la exergía destruida, así como, la relación del ahorro económico al final de un ciclo de secado entre la inversión realizada y la exergía destruida si se tuviera una recuperación.

Partículas y Campos
Salón Fuego (A)

16:00-16:30 **Fronteras en QCD y en Física Hadrónica**
**Laura Xiomara Gutiérrez Guerrero (lxgutierrez@conacyt.mx), CONACYT-Centro Mesoamericano de Física Teórica, Universidad Autónoma de Chiapas, MCTP-UNACH; *Expositor.*

En este plática hablaremos de algunos temas de frontera en la QCD y en la física hadrónica por ejemplo como se calculan las masas de los hadrones compuestos de quarks u, d, s, c y b en un modelo quark-diquark. La base matemática para este análisis se implementa a través de las ecuaciones de Schwinger-Dyson. Este estudio requiere el cálculo de las masas de los diquarks, que se infieren fácilmente al resolver las ecuaciones de Bethe-Salpeter de los mesones correspondientes. Las masas bariónicas son predichas en nuestro modelo usando la ecuación de Faddeev. Los estudios teóricos y experimentales exhaustivos de bariones que contienen quarks b y c han sido un foco de investigación vigorosa durante los últimos años. Hay programas experimentales en curso muy activos en varios laboratorios (LHCb, BELLE, PANDA, JLAB) para estudiar hadrones pesados sus masas, tiempos de vida y desintegraciones débiles. Analizaremos la estructura y propiedades de hadrones compuestos por un quark ligero y uno pesado, sus factores de forma, sus parejas de paridad y sus excitaciones. Nuestros resultados concuerdan con los datos experimentales existentes, así como con las predicciones de otros enfoques teóricos.

16:45-17:00 **La constante de decaimiento del pión en el modelo de Schwinger para N_f sabores**
Ivan Hip (ivan.hip@gfv.unizg.hr), University of Zagreb; Wolfgang Peter Bietenholz (wolbi@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

**Jaime Fabián Nieto Castellanos (jafanica@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*

Presentamos un estudio del modelo de Schwinger (QED en 2d) a través de simulaciones en la retícula. Se calcula la masa del mesón más ligero, el cual es análogo al pión, en el llamado régimen delta, en donde efectos de volumen finito conducen a una masa residual del pión m_π^R . Adaptando resultados previos de Leutwyler, se ajusta m_π^R como función del volumen, lo que lleva a un análogo de la constante de decaimiento del pión F_π en dos dimensiones. Para $N_f = 2$ se muestra por medio de distintos métodos, incluyendo la fórmula de Gell-Mann–Oakes–Renner en 2d, que nuestro resultado es consistente con $F_\pi = 1/\sqrt{2\pi}$. Más aún, en este caso particular la fórmula de Witten-Veneziano implica que $F_\pi = F_\eta$. Finalmente, se estudia F_π para casos $N_f > 2$.

17:00-17:15 **Caracterización de detectores de partículas basados en fotones de centelleo.**
Emigdio Jiménez Domínguez (emigdio.jimenezd@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Guillermo Tejeda Muñoz (*guillermo.tejedamunoz@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Ildefonso León Monzón (*ildefonso.leon.monzon@cern.ch*), Universidad Autónoma de Sinaloa;

Mario Rodríguez Cahuantzi (*mario.rodriguez@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Yael Antonio Vásquez Beltrán (*yael.vasquezbe1@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los detectores de partículas son dispositivos que se utilizan para detectar, rastrear y/o identificar partículas ionizantes. Los detectores pueden medir la energía, el momento, el spin, la carga, el tipo de partícula, además de simplemente registrar la presencia de la partícula. Los detectores de centelleo utilizan materiales que emiten un destello de luz cuando la radiación que interactúa con el material excita e ioniza las moléculas y átomos del material, los cuales al regresar a su estado fundamental producen fotones en el rango de energía del espectro visible. En los últimos años el diseño de detectores de partículas ha evolucionado a la par de tecnologías emergentes relacionadas con la detección de fotones. Al mismo tiempo la complejidad de los experimentos de colisionadores requiere de detectores de partículas cuya resolución temporal sea del orden de picosegundos. Una de las características principales que se busca optimizar en los detectores de partículas es la resolución temporal, la cual nos indica la unidad mínima de tiempo en la cual el detector puede distinguir dos eventos físicos consecutivos de interés. Esta cantidad depende de la geometría del detector y la técnica empleada para la adquisición de datos que está estrechamente relacionada con los instrumentos utilizados. En este trabajo se presentará un estudio de la resolución temporal de detectores de partículas basados en plástico centellador y fotosensores de silicio (SiPM). Se mostrarán y compararán los resultados obtenidos de resolución temporal y eficiencia de múltiples configuraciones de detectores empleando sensores SiPM junto con plásticos centelladores de geometrías hexagonal y cuadrada, además del uso de dos instrumentaciones diferentes para la adquisición de datos, la primera empleando el digitalizador DT5742B de la marca CAEN y la segunda utilizando los instrumentos TDC V1290N y QDC V792N de CAEN.

17:15-17:30 **Modelo sigma no-lineal 3d O(2) con una acción topológica y percolación de cuerdas cósmicas** Wolfgang Bietenholz (*wolbi@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México;

José Armando Pérez Loera (*armandoloera@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México;

Elías Natanael Polanco Euán (*elias.polanco@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México;

*Edgar López Contreras (*ed_lopez@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Investigamos el modelo sigma no-lineal 3d O(2), formulado con una acción topológica en el lattice, la cual es invariante ante variaciones continuas de las configuraciones del campo. Mediante simulaciones Monte Carlo con un algoritmo de cluster, identificamos el punto crítico - correspondiente al límite continuo- y medimos un conjunto de exponentes críticos y la dimensión anómala. Esto aclara la pregunta si esta formulación pertenece a la misma clase de universalidad que la formulación estándar en el lattice. A continuación nos centramos en los defectos topológicos, en particular en los vórtices y semi-vórtices, los cuales aparecen en las plaquetas y tienden a formar líneas a través del volumen. Este efecto representa un modelo simple de la formación de cuerdas cósmicas. Nos interesa la pregunta si la percolación de las líneas de vórtices se pueden definir tal que indique la transición de fase de segundo orden, donde la simetría global O(2) se rompe espontáneamente.

17:30-17:45 **Materia oscura en un modelo izquierdo derecho mínimo con fermiones espejo** José Halim Montes De Oca Yehma (*josehalim@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Sheryl Maritza Melara Durón (*sheryl.melara@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Jorge Mario Lamprea Garzón (*jmlamprea@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Ricardo Gaitan Lozano (*rgaitan@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

En esta plática discutimos la materia oscura así como la fenomenología de neutrinos en un modelo izquierdo-derecho mínimo con fermiones espejo. Imponemos una simetría discreta Z2 que garantiza la estabilidad de la materia oscura. El candidato a materia oscura en este caso es la combinación más ligera del neutrino derecho y su partícula espejo. De acuerdo con la simetría Z2 impuesta, hay dos escenarios posibles. Entonces, calculamos el espacio de parámetros permitido del modelo que esté de acuerdo con la densidad remanente y los límites de detección directa e indirecta.

Física Médica
Salón Fuego (A)

08:30-09:00 **Efectos del blindaje a cristalino en Tomografía Computarizada usando MCNP** Miguel Ángel Vallejo Hernández (*miguel.vallejo@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Pablo Víctor Cerón Ramírez (*pablo.ceron@ugroo.edu.mx*), Universidad de Quintana Roo;

Lourdes Araceli Waldo Benítez (*waldobl2015@licifug.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*Modesto Antonio Sosa Aquino (*modesto@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

La dosimetría en la tomografía computarizada (CT) se ha vuelto cada vez más importante debido al aumento en el uso de esta técnica diagnóstica. Para entender y cuantificar el riesgo asociado con los exámenes de CT se ha hecho un esfuerzo para determinar de manera más precisa la dosis de radiación a órganos radiosensibles como el cristalino. Aunque el órgano blanco de interés se encuentre alejado de los ojos, en muchos estudios de radiodiagnóstico el cristalino se expone a radiación innecesaria debido a la dispersión de ésta, por lo que las técnicas de reducción de dosis se han convertido en un tema de interés, como lo son el uso de blindajes. En este trabajo se simuló un estudio tomográfico para calcular la dosis en cristalino con y sin blindaje en distintas configuraciones mediante la construcción de un tubo de rayos X utilizando el código MCNP. Nuestros resultados principales muestran la validación del espectro de rayos X obtenido por la simulación, los rayos X característicos corresponden a las transiciones energéticas identificadas y reportadas por el NIST. La dosis absorbida en cristalino debida a la radiación tanto del haz directo como radiación dispersa estimada en este trabajo fue de 42.8 ± 0.49 mGy y una dosis efectiva de 5.14 ± 0.06 mSv. La presencia de un sistema de blindaje conlleva a una reducción de la dosis al cristalino de 21.0 % hasta un 74.0 %. Los blindajes cuyo resultado se comparan mejor con los obtenidos mediante el uso de un blindaje comercial fueron los blindajes “Bi Individual” y “Pb Individual” con una atenuación de dosis relativa de 23.6 % y 27.3 %, respectivamente.

Física Médica
Salón Fuego (A)

09:00-09:15 **Scatter correction in cone-beam computed tomography using convolutional neural networks** Arnulfo Martínez Dávalos (*arnulfo@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Mercedes Rodríguez Villafuerte (*mercedes@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Juan Pablo Cruz Bastida (*cruzbastida@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Brian Zapien Campos (*brianzapien@ciencias.unam.mx*), University Medical Center Groningen;

*Fernando Gonzalo Moncada Gutiérrez (*moncadafer@estudiantes.fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Images are an essential part in radiotherapy treatments, from the planning stage to adaptive treatment delivery. Cone Beam Computed Tomography (CBCT) plays a key role in Image Guided Radiation Therapy (IGRT). However, there is always a compromise between image quality and the additional dose delivered to patients during the imaging procedures. Over the last years several correction methods that account for most of the detrimental effects associated with scattered radiation have been developed, but they are normally difficult to implement and computationally expensive. In this work we used a validated EGSnrc Monte Carlo (MC) model of the kV and MV imaging systems of the Varian TrueBeam STx Linac as a ground truth to train a deep learning model, based on a U-Net Convolutional Neural Network (CNN). We generated projections of full tomographic acquisitions, separating the scatter and primary contributions in a single scan from a modified version of the `egs_cbct` code. Two training strategies have been analyzed: using total (primary+scatter) images to predict either primary or scatter. So far, the second method has produced better results. The CNN has shown successful performance on test data with speed-up factors of 3 to 4 orders of magnitude than equivalent MC based algorithms. On a Dell Precision T7920 workstation it takes 11.7 m/s projection to apply scatter corrections with the trained model, which amounts to 4.2 s for a complete 360 projections study. Comparison of profiles of the CNN predicted projections with the ground truth has shown a mean error of the order of approximately 0.5%. Further tests must still be carried out to verify the applicability of the CNN scatter model to experimental data. The authors thank the support from PAPIIT grant IN108721, PAEP and PCF, UNAM. J. P. Cruz-Bastida acknowledges his postdoctoral scholarship from DGAPA-UNAM.

09:15-09:30 **Activación de la red de Modo Predefinido en pacientes pediátricos post-Covid19 detectado por Resonancia Magnética Funcional** Eduardo Barragan (*neurodocmex@gmail.com*), Departamento de Neurología, HIMFG;

Pilar Dies-Suarez (*pilydies@yahoo.com*), Departamento de Imagenología, HIMFG;

Benito De Celis Alonso (*bdca_buap@yahoo.com.mx*), Facultad de Ciencias, BUAP;

Silvia Hidalgo Tobon (*shid@xanum.uam.mx*), UAM-Iztapalapa, HIMFG;

*Yunuen Rojas Lemus (*yunuen.b.r.lemus@gmail.com*), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa; *Expositor.

Abstract Empleando la Imagen por Resonancia Magnética funcional (fMRI) se condujo un estudio en pacientes pediátricos post-COVID19 buscando diferencias funcionales en en comportamiento basal de sus cerebros asociadas al virus. Introducción Se han reportado síntomas neurológicos de larga duración asociadas al COVID19 en adultos (“Covid largo”), pero no en niños. Se ha especulado que es difícil detectar sintomatología neurológica asociada a COVID19 en esta población pues pueden ser fácilmente confundidos con otras patologías. Metodología En este estudio empleamos la resting state-fMRI (rs-fMRI) para observar el comportamiento intrínseco de los cerebros de un grupo de 14 pacientes pediátricos sobrevivientes de COVID19, sin comorbilidades previas a la infección, al menos 3 meses después de concluir su hospitalización. Los resultados se compararon con los de un grupo control de 31 voluntarios pediátricos sin antecedentes de COVID19 al tiempo del estudio. Las imágenes se analizaron usando la herramienta CONN: functional connectivity toolbox (Ver. 20.b). Resultados Los resultados obtenidos del análisis mostraron que los pacientes pediátricos sobrevivientes al COVID19 muestran una mayor correlación temporal respecto a los controles en algunos nodos de las redes Medial Visual y Modo Predeterminado parte Lateral Parietal. Discusión y Conclusiones Los resultados sugieren que los cerebros de los pacientes pediátricos post-COVID19 podrían estar presentando mayores demandas de recursos al activar regiones asociadas al mecanismo de procesamiento visual. Falta recolectar información empírica de los síntomas asociados. Referencias [1] Bhuiyan, M., et al. (2021). Vaccine (Vol. 39, Issue 4, pp. 667–677). [2] Raichle, M. E., et al. (2007). NeuroImage (Vol. 37, Issue 4). [3] S. Whitfield-Gabrieli, et al. (2012) Conn. [4] Spudich, S., et al. (2022). Science, 375(6578), 267–269. [5] Xu X., et al. (2016). Scientific Reports, 6.

10:00-10:30 Guías para la implementación de mamografía digital: Un nuevo documento del OIEA

*Maria Ester Brandan (*brandan@fisica.unam.mx*), Instituto de Física UNAM; *Expositor.

En los últimos 30 años se ha observado una disminución del 40% en la mortalidad por cáncer de mama en países que han implementado medidas para que la población de mayor riesgo (mujeres mayores de 40 años) se realice estudios mamográficos de manera regular. Si el cáncer es detectado en etapas tempranas a partir de las imágenes, y luego tratado apropiadamente, la probabilidad de curación es muy alta. Uno de los elementos necesarios para que estos programas de detección (llamados de tamizaje) tengan éxito es que las imágenes sean de alta calidad. Las modalidades de imagen actuales incluyen la mamografía analógica, basada en el uso de una película radiográfica, y las modalidades digitales CR, basada en placas fotoesti-

mulables que se leen independientemente del mastógrafo, y DR, basada en detectores integrados al mastógrafo. El Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA, publicará próximamente un documento guía para la implementación y la actualización de servicios de mamografía. El documento analiza las bases, ventajas y desventajas de cada modalidad, los recursos necesarios y las necesidades específicas en términos de equipos, mantenimiento, calidad, entrenamiento y personal especializado y, en general, los elementos de optimización para un sistema que garantice la alta calidad de las imágenes. Esta plática presentará los contenidos principales del documento, llamado Worldwide Implementation of Digital Imaging in Mammography, que será parte de la serie IAEA Human Health Series y del que son responsables principales los Profs Martin Yaffe (Universidad de Toronto, Canada), Hilde Bosmans (Universidad Católica de Lovaina, Bélgica) y la autora (UNAM, México).

10:30-10:45 Experiencia en la implementación de la Terapia en Arco Volumétrico Modulado (VMAT) en Irradiación Corporal Total

María Adela Poitevin Chacón (*mpoitevinc@medicasur.org.mx*), Hospital Médica Sur;

Alejandro Rodríguez Laguna (*arlaguna@ciencias.unam.mx*), Hospital Médica Sur;

Rubi Ramos Prudencio (*rub18_ramos@hotmail.com*), Hospital Médica Sur;

*José Alejandro Jiménez Acosta (*jajimenez.fisica@gmail.com*), Hospital Médica Sur; *Expositor.

El objetivo de este trabajo es establecer la técnica de arco volumétrico modulado (VMAT) para la irradiación corporal total (TBI) de pacientes con neoplasias hematológicas, limitando la dosis en órganos en riesgo (OAR), optimizando el tiempo de cálculo y la impartición del tratamiento. Se adquirieron tomografías de 8 pacientes utilizando un tomógrafo General Electric 580RT. Se utilizó el sistema de planificación de tratamientos Varian Eclipse V.16.1; se usaron 14 arcos completos, distribuidos en 6 isocentros (cráneo, tórax, abdomen, pelvis, muslos y pantorrillas). El algoritmo de optimización utilizado fue Photon Optimizer V.16.1. El cálculo de la dosis se realizó con el Algoritmo Analítico Anisotrópico (AAA) V.16.1. La dosis prescrita para el PTV fue de 12 Gy, usando un haz de 6 MV, en 6 fracciones de 2 Gy. Los OAR considerados fueron pulmones, riñones, hígado, cerebro y cristalinos. La dosis promedio se limitó en pulmones (8 Gy), riñones e hígado (9 Gy); la dosis máxima se limitó en cerebro (15 Gy) y cristalinos (10 Gy). El criterio de aceptación del plan de tratamiento fue que, para el PTV, V95% 95%, V90% 99% y V0.03cc

16 Gy. El tiempo promedio de optimización y cálculo de la dosis fue de 8 horas, debido al establecimiento de plantillas de objetivos en la optimización y una configuración de arcos e isocentros estándar. El tiempo promedio de tratamiento fue de 90 minutos por sesión. En todos los casos se cumplieron los objetivos de cobertura del PTV y de limitación de dosis en los OAR: pulmones (7.9 Gy), riñones

(8.0 Gy), hígado (8.1 Gy), cerebro (12.7 Gy) y cristalinos (8.4 Gy). Usar VMAT permite restringir la dosis a OAR en aquellos pacientes que puedan requerir una limitación específica. TBI con VMAT proporciona el beneficio de una distribución de dosis satisfactoria dentro del PTV, mientras que reduce la dosis en los OAR y proporciona mayor certeza en la administración del tratamiento.

10:45-11:00 VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE FACTORES DE ATENUACIÓN CALCULADOS MEDIANTE SIMULACIÓN MONTE CARLO EN UN SISTEMA PEM

Mercedes Rodríguez Villafuerte (mercedes@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México;

Rahal Saaidi (r.saaidi@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México;

Tirso Murrieta Rodríguez (tmurrieta@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México;

Arnulfo Martínez Dávalos (arnulfo@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México;

Héctor Alva Sánchez (halva@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México;

**Dulce Karina Valdivieso López (valdiviesodk@gmail.com), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La Mamografía por Emisión de Positrones (PEM) registra eventos en coincidencia en paneles detectores paralelos entre sí, con los que produce imágenes tomográficas de la mama con alta resolución espacial. Los efectos producidos por la atenuación y dispersión de los fotones de aniquilación en la mama, que afectan de manera importante la cuantificación de los estudios, pueden ser estudiados mediante simulación Monte Carlo (MC). Este trabajo presenta resultados de simulación con el código GATE para el cálculo de las funciones de respuesta a un impulso (PSF) considerando una geometría simplificada de dos paneles paralelos (2x1 detectores por panel) como función de la posición en el campo de vista (FOV). La descomposición de los diferentes tipos de coincidencias que contribuyen a las PSFs calculadas con GATE, y su posterior análisis con Matlab, permite cuantificar la fracción de coincidencias verdaderas en aire con respecto de las coincidencias totales en agua (verdaderas más dispersadas) en las diferentes posiciones dentro del FOV. Se presentará la validación experimental de la simulación MC reproduciendo el arreglo de detectores simulado, considerando: a) una fuente sellada de positrones de Na-22, b) maniqués de acrílico de diferentes espesores que representa la mama, c) calibración en energía de los detectores con fuentes emisoras de rayos gamma en el intervalo 202 – 1275 keV, d) ventana en energía para la adquisición en coincidencia de [350, 750] keV. Se agradece a los proyectos UNAM-PAPIIT IN108721 y IN103222, PAEP-UNAM y PCF-UNAM. R. Saaidi agradece la beca posdoctoral DGAPA-UNAM.

Rayos Cósmicos

Salón Fuego (A)

16:00-16:30 Potencial Científico del Cherenkov Telescope Array Observatory **María Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), IA-UNAM; *Expositor.*

El entendimiento de la naturaleza de los rayos cósmicos, galácticos y extragalácticos, es una tarea desafiante para los observatorios actuales. Asimismo, resultados recientes de los observatorios de rayos gamma en operación, han revelado cientos de fuentes astrofísicas de fotones con energías desde cientos de GeV hasta energías de cien de TeV. Sin embargo, nos encontramos en la etapa en que las observaciones dejan más incógnitas que respuestas. Con la generación actual de observatorios hemos comenzado a investigar el universo a tan altas energías y ya nos está haciendo falta instrumentos con mayor sensibilidad, resolución angular y de energía y con mayor campo de visión. Por lo que para la siguiente generación se está construyendo el observatorio de rayos gamma Cherenkov Telescope Array Observatory (CTA) que será el instrumento más grande, con elementos en ambos hemisferios terrestres. En esta plática presentaré su diseño, estado de la construcción y su potencial científico con principal énfasis en fenómenos transitorios, estudios multifrecuencia y multimensajero.

16:30-16:45 The classification of shower events detected by HAWC observatory *Colaboración Hawc Por La (tcapistran@astro.unam.mx), High Altitude Water Cherenkov;*

Pablo M. Saz Parkinson (pablosp@hku.hk), Santa Cruz Institute for Particle Physics, Department of Physics, University of California at Santa Cruz; department of Physics, The University of Hong Kong; and Laboratory for Space Research, The University of Hong Kong,;

Ibrahim Torres (ibrahim@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

James Thomas Linnemann (linnemann@pa.msu.edu), Michigan State University;

Kwok Lung Fan (klfan@terpmail.umd.edu), University of Maryland;

**Tomás Capistrán Rojas (tcapistran@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The main issue of the ground-based gamma-ray observatory is the huge amount of charge particles detected. So the High Altitude Water Cherenkov (HAWC) has to apply a technique to distinguish between the shower produced by a gamma ray and by a hadron. In these work, we describe the HAWC official techniques to separate the gamma events from hadron events and two new implementations using the most popular machine learning techniques: boosted decision tree and neural networks. In the test stage, we used three astrophysics sources the Crab Nebula, and two

blazars to compare between techniques. We acknowledge the support from PAPIIT IG101320.

16:45-17:00 Variaciones atribuidas a eventos de clima espacial en el Telescopio de Neutrones Solares de Sierra Negra, Puebla *José Francisco Valdés Galicia (jfvales@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Luis Xavier González Méndez (xavier@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Bertha Jania Newton Bosch (jnewtonb@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se estudió la influencia de eventos de clima espacial, ocurridos desde diciembre de 2015 hasta enero de 2022, sobre los canales de detección del Telescopio de Neutrones Solares (TNS) en Sierra Negra, Puebla, localizado a 4580 msnm. Estos eventos provocaron tormentas geomagnéticas que se clasificaron con base en los índices Dst y Kp, como moderadas (Dst -50 nT, Kp 5) e intensas (Dst -100 nT, Kp 7). Los canales S2, S3, S4, S2Anti, S3Anti y S4Anti del TNS fueron analizados durante las tormentas geomagnéticas del periodo establecido. Estos canales detectan partículas cargadas y partículas neutras con niveles de deposición de energía de E > 60, 90 y 120 MeV, respectivamente. Se encontraron variaciones significativas en la tasa de conteo de al menos un canal del TNS para 20 de los 26 eventos estudiados.

17:00-17:30 SWGO, un observatorio de rayos gamma de nueva generación en los Andes Sudamericanos **Andrés Sandoval Espinosa (asandoval@fisica.unam.mx), IF-UNAM; *Expositor.*

En 2019 se formó la colaboración SWGO (Southern Wide-field Gamma-ray Observatory) con el fin de construir un observatorio de rayos-gamma (100 GeV - 1 PeV) en el hemisferio sur basándose en el éxito de HAWC pero cuatro a diez veces más grande y a mayor altura. Durante este tiempo se han identificado posibles sitios en Argentina, Bolivia, Chile y Perú, se ha definido un arreglo de referencia y se están modelando diferentes variaciones para optimizar su desempeño y se está haciendo el desarrollo del detector y la electrónica. Se presentará el estado actual del proyecto y sus objetivos científicos.

17:30-17:45 Observaciones del Mini Monitor de Neutrones en Sierra Negra **Jesús Iván Santamaría Najar (sannji86@gmail.com), Unidad Académica de Estudios Nucleares de la UAZ; *Expositor.*

Oscar Gustavo Morales Olivares (oscargmo@gmail.com), Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra (ENCiT), UNAM.;

Alejandro Lara Sánchez (alara.unam@gmail.com), Instituto de Geofísica de la UNAM;

El Mini Monitor de Neutrones (MNM) mexicano se encuentra en el Volcán Sierra Negra en el estado de Puebla a una altura de 4100 m de altura y a una latitud de 19 grados norte, con una rigidez de corte de aproximadamente 8 GV. El MNM ha trabajado permanentemente (con algunas interrupciones) a partir del año 2015, por lo que actualmente contamos con 7 años de datos que abarcan la parte descendente del ciclo 24, el mínimo solar y la fase ascendente del ciclo 25. En este trabajo presentamos las observaciones del MNM, analizamos su dependencia con la presión, temperatura y alto voltaje. Una vez corregidos por esos factores los comparamos con diversos índices de la actividad solar, como el número de manchas, los parámetros del viento solar y cambios del campo geomagnético.

17:45-18:00 Espectro total de energía de rayos cósmicos medido con HAWC entre 10 TeV y 1 PeV *Juan Carlos Arteaga Velázquez (juan.artea@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana;*

**Jorge Antonio Morales Soto (jorge.morales@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana; *Expositor.*

El observatorio de rayos cósmicos y rayos gamma HAWC es uno de los más importantes dentro del área de la astrofísica de altas energías a nivel nacional e internacional. La colaboración HAWC está formada por investigadores de México, Estados Unidos, Europa, América del Sur y de Asia. Su objetivo principal es encontrar las fuentes de rayos cósmicos galácticos y estudiar el universo a altas energías. Otro de los objetivos de la colaboración es estudiar las propiedades físicas de los rayos cósmicos, entre ellas su espectro total de energía en la región de 10 TeV a 1 PeV. El estudio del espectro es importante, ya que contiene claves para comprender los mecanismos de producción y propagación de esta misteriosa radiación. En este trabajo presentamos una actualización sobre el estudio del espectro total de rayos cósmicos realizado con HAWC. Se usaron datos recolectados entre Enero del 2018 y Diciembre del 2019. Para la estimación del espectro se utilizó un método de deconvolución usando el algoritmo de Bayes. Por otra parte, para la calibración de la energía primaria de los eventos se utilizó el modelo de interacción hadrónica QGSJET-II-04. Los resultados de este trabajo indican la presencia de un corte alrededor de 30 TeV en el espectro total. Dicha estructura fue previamente reportada por la colaboración HAWC en el 2017.

Física Médica
Salón Fuego (A)

08:30-09:00 **Análisis de imágenes a partir de un modelo computacional de difusión en tumores sólidos**

**José Héctor Morales Bárcenas (jhmb@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.*

En esta plática presentamos un modelo computacional de difusión y transporte de fármacos en tumores sólidos. El modelo incorpora elementos relevantes de la física biológica del microambiente celular. En términos matemáticos, se contempla la aleatoriedad de la composición del tejido y la microcirculación dentro del mismo. El propósito del modelo es proporcionar herramientas analíticas para comparar con datos experimentales de emisión tomográfica, e inferir valores paramétricos del tejido. Se realiza un análisis de imágenes basado en clasificadores de texturas. Se concluye sobre posible trabajo a explorar en difusión en tejido.

09:00-09:15 **Uso del índice gamma en la evaluación de distribuciones de dosis clínicas con campos pequeños de radiocirugía con técnica RapidArc**

Eleni Mitsoura (meleni@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México;

José Alfredo Herrera González (alfredoherreras@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Laura Esthela Hernández Morales (lauraesthelahdz@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*

Es una práctica fundamental verificar las distribuciones de dosis que son calculadas en los sistemas de planeación de tratamiento para radioterapia y con especial interés, para haces modulados como IMRT/RapidArc por ser consideradas técnicas complejas. En el Instituto Nacional de Cancerología se ha implementado una técnica la radiocirugía con haces modulados (RapidArc) con el algoritmo de cálculo Acuros XB (Ver.15). Las demandas extremas de radiocirugía en conjunto con la modulación del haz requiere consideraciones especiales porque difieren de las demandas de la radioterapia convencional. En este trabajo se evaluaron 22 lesiones candidatas a radiocirugía. Estas lesiones fueron calculadas en ECLIPSE (Ver. 15), donde se usó técnica RapidArc, y el algoritmo de cálculo Acuros XB. Las distribuciones de dosis calculadas fueron entregadas por un equipo TrueBeam Stx, y medidas utilizando Octavius 4D con Top para radiocirugía acoplado con un arreglo de detectores SRS 1000 de PTW. Como métrica para realizar las comparaciones entre las distribuciones de dosis, la calculada y medida, se utilizó VeriSoft, software

que implemente la métrica índice gamma. La evaluación está basada en un estudio cuantitativo sobre los parámetros que afectan la tasa de paso del índice gamma y su relevancia de acuerdo al contexto en los tratamientos de radiocirugía. La idea central es proporcionar información acerca de los parámetros que afectan la tasa de paso de estas evaluaciones, que es el primer paso para desarrollar un protocolo para llevar a cabo correctamente las verificaciones para tratamientos de radiocirugía utilizando el concepto índice gamma.

09:15-09:30 **Cuantificación de densidad glandular mamaria incluyendo la presencia de yodo en imágenes de mamografía con medio de contraste**

Maria Ester Brandan Siques (brandan@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México;

Yolanda Villaseñor Navarro (yvillaseñor@incan.edu.mx), Instituto Nacional de Cancerología;

Gustavo Pacheco Guevara (gustavo.p@ciencias.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México;

Jorge Patricio Castillo Lopez (jorge.castillo.mex@gmail.com), Instituto Nacional de Cancerología;

**Ana Mariel Hoyos Garcia (anahoyos@estudiantes.fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La densidad glandular mamaria (DGM) es el porcentaje de tejido fibroglandular en el volumen total de una mama. La sensibilidad de una mamografía es menor en mamas densas, por lo que la cuantificación de la DGM puede ayudar a la paciente y al o la radióloga a dar un seguimiento más apropiado a los casos de DGM alta. Existen herramientas comerciales como Volpara o Quantra, que cuantifican DGM a partir de mastografías digitales. La DGM en cada píxel se determina usando métodos de descomposición en dos elementos basados en mastografías de energía dual (DE). Una técnica independiente utilizada en la clínica es la mastografía realizada con medio de contraste (CEM), usada para visualizar vasos sanguíneos creados por angiogénesis que podrían estar asociados a lesiones malignas. Por estar basados en imágenes DE, los estudios CEM pueden utilizarse para cuantificar la DGM. Sin embargo, la presencia del medio de contraste yodado en el tejido mamario requiere extender el formalismo para determinar los efectos e importancia del tercer elemento (yodo). Este trabajo reporta resultados de un formalismo basado en descomposición en tres elementos que cuantifica simultáneamente DGM y concentración de yodo. Los resultados se comparan con Volpara. Resultados preliminares en imágenes de maniqués equivalentes a tejido mamario muestran un error cuadrático medio (RMSE) $< 5\%$

para DGM y $RMSE < 0.5 \text{ mg cm}^{-2}$ para el espesor másico de yodo. Estos valores se consideran buenos. El formalismo también proporciona mapas independientes de DGM y de concentración de yodo. Se aplicó un modelo simplificado para estimar volumen total de imágenes clínicas de la mama obtenidas en el INCan y se obtuvieron resultados similares a los de Volpara. La comparación de los resultados de cuantificación de DGM y estimación de yodo con Volpara está en curso y se presentará en el CNF. Trabajo parcialmente financiado por CONACYT CF2019 1311307, PAPIIT IN105622, y la beca internacional Marie S. Curie del OIEA a AMHG.

10:00-10:30 Medida de la energía promedio del campo secundario de radiación generado por haces de fotones de 6 MV y 6MV FFF, usando dosímetros TLD-300 *María Ester Brandan Siqués (brandan@fisica.unam.mx), University of Wisconsin-Madison; Eduardo López Pineda (edlope@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Adela Poitevin Chacón (adepoite@hotmail.com), Universidad "René Descartes"; Alejandro Rodríguez Laguna (alejandro.rodriquez.laguna@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Víctor Manuel López Guadalupe (vmlg2992@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En radioterapia, estimar la probabilidad de daño a tejido sano e inducción de un cáncer secundario implica conocer la energía y la dosis impartida por el campo secundario de radiación (CSR). Este trabajo reporta los resultados del uso del TLD-300 para determinar la energía promedio del CSR en tratamientos de radioterapia con fotones de 6 MV y 6 MV FFF. La técnica permite cuantificar la energía promedio de la radiación de fuga en el orden de 500 keV, para la radiación dispersada en el colimador fue igual o mayor a 1250 keV, para la radiación dispersada en el maniquí la energía promedio se midió en el orden de 400 keV para 6 MV y 300 keV para 6 MV FFF. Los resultados obtenidos son consistentes con simulaciones Monte Carlo independientes, para un linac similar.

10:30-10:45 Cálculo de riesgo de un segundo cáncer por radioterapia en pacientes tratados por cáncer de próstata. *Gudalupe Muñoz Martínez (gumunozm@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;*

**Luis Roberto Zaragoza Gonzalez (rea_zaglz@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Evangelina Figueroa Medina (evangelinafm@hotmail.com), Corporación Oncológica México Americana, Centenario Hospital Miguel Hidalgo.;

El riesgo de aparición de un segundo cáncer inducido por radiación ionizante es un riesgo indeseable en un tratamiento de radioterapia siendo la dosis recibida por el tejido sano, la técnica de tratamiento y la edad del paciente, algunos de los factores de relevancia en el cálculo de di-

cho riesgo. Analizamos datos de 59 pacientes con cáncer de próstata sometidos a radioterapia conformacional tridimensional (3D-CRT) para evaluar el riesgo excedente absoluto (EAR) de contraer un segundo cáncer en recto y vejiga, para lo cual, se exportaron histogramas diferenciales dosis-volumen y se calcularon parámetros de riesgo, tales como la dosis equivalente a órganos (OED) y el riesgo de dosis equivalente (RED) utilizando un modelo mecanicista, el cual considera el impacto que tiene el fraccionamiento del tratamiento y la edad de los pacientes al momento de la exposición a la radiación, incorporando un parámetro que considera efectos biológicos en los tejidos, tales como reparación/repoblación celular. Los resultados de EAR se clasificaron en tres grupos distintos: dosis/fracción, número de fases de tratamiento y dosis total prescrita, y posteriormente se analizaron estadísticamente. Para los pacientes cuyo tratamiento constaba de una sola fase, se calculó además la dosis promedio y la dosis total que recibían puntos específicos ubicados fuera del campo de tratamiento. Los resultados se mostrarán durante el evento.

10:45-11:00 MÉTODO PARA CARACTERIZAR VISCOELÁSTICAMENTE CÉLULAS MUSCULARES *Karla Paola Garcia Pelagio (kpaolag@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Manuel Silva Hernández (masilher@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las células musculares (fibras musculares) están compuestas por un gran conjunto de proteínas encargadas de generar y transmitir la fuerza en los músculos. Esta fuerza se transmite en dirección longitudinal y transversal en las fibras musculares a través del citoesqueleto y la membrana celular (sarcolema). Si alguna de sus proteínas estructurales se encuentra con alguna alteración, la transmisión de fuerza se verá afectada. Las distrofias musculares son enfermedades de origen genético, caracterizadas por la deficiencia o ausencia de alguna proteína estructural en las fibras musculares, generando cambios biomecánicos en las fibras musculares. Este trabajo compara dos métodos para caracterizar las propiedades viscoelásticas de fibras musculares a partir de experimentos de elastimetría celular. El primero considera únicamente la deformación radial generada dentro de las micropipetas en las fibras musculares y el segundo toma en cuenta la geometría cilíndrica de las fibras y el diámetro de las micropipetas utilizadas. A partir de las deformaciones se generan curvas de fluencia (deformación en función del tiempo) y utilizando un modelo para un sólido viscoelástico de Kelvin-Voigt, se calcula el módulo elástico y la viscosidad de las fibras musculares. Se concluye que el segundo método es el más adecuado para calcular el módulo elástico y la viscosidad en las fibras musculares.

Información Cuántica
Salón Fuego (A)

[08:30-09:00] Generation, Control, and Characterization of Multiphoton Systems: New Paradigms and Platforms for Quantum Simulation. *Omar S. Magaña-Loaiza (*maganaloaiza@lsu.edu*), *Quantum Photonics Laboratory, Department of Physics & Astronomy, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803, USA.; *Expositor.*

One of the main goals of quantum physics is to exploit nonclassical effects in nanoscale systems to implement operations that cannot be performed on classical devices. Recent progress on the development of photonic materials has enabled the preparation of quantum systems comprising multiple interacting particles. The interest in these complex quantum systems resides in the many forms of interference and scattering processes that they can host. These interactions are essential to perform operations that are intractable on classical systems. In this talk, I will discuss our techniques to prepare and characterize controllable multiphoton systems with up to ten entangled particles. I will describe how these tools enabled us to control the quantum statistics of multiparticle systems using plasmonic platforms. I will conclude my talk by presenting the simulation of fermionic interactions in a quantum system with fourteen interacting photons. The implications of our work for diverse fields ranging from condensed matter to high-energy physics will also be discussed.

[09:00-09:15] Multifractalidad y caos en el modelo de Dicke Jorge Gustavo Hirsch Ganievich (*hirsch@nucleares.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México;*

Lea Santos (lsantos2@yu.edu), Yeshiva University;
Sergio Adrián Lerma Hernández (sergioalerna@gmail.com), Departamento de Física, Universidad Veracruzana;

Jorge Chávez Carlos (jorge.chavez@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Miguel Angel Bastarrachea Magnani (bastarrachea@xanum.uam.mx), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.*

La multifractalidad es un fenómeno que ha sido observado en una diversidad de fenómenos, desde objetos matemáticos hasta sistemas biológicos [1]. Recientemente se ha encontrado que la multifractalidad es un rasgo que se exhibe en sistemas cuánticos interactuantes tanto desordenados como “limpios” [2]. En este trabajo se presenta un estudio del comportamiento multifractal de estado coherentes expresados en la base de eigenestados del Hamiltoniano de

Dicke [3], un modelo paradigmático de la óptica cuántica y de la interacción espín-bosón que en los últimos años se ha vuelto atractivo tanto por sus posibilidades de realización experimental en el contexto de la información cuántica, como por la amplia riqueza teórica para el estudio de fenómenos clásicos y cuánticos de equilibrio y fuera de equilibrio [4]. El modelo de Dicke presenta un reto adicional para el estudio de la multifractalidad al poseer un espacio de Hilbert no acotado [5]. Se discute cómo las dimensiones fractales permiten la identificación de diferentes estructuras en el espacio fase como caos e inestabilidades. [1] P. Grassberger and I. Procaccia, *Phys. Rev. Lett.* 50, 346 (1983); D. La Rocca, et al., *Journal of Neuroscience Methods* 309, 175 (2018). [2] C. Monthus, *J. Stat. Mech.* 2016, 073301 (2016); J. Lindinger, et al., *Phys. Rev. Lett.* 122, 106603 (2019). [3] R. H. Dicke, *Phys. Rev.* 93, 99 (1954). [4] P. Kirton, et al., *Adv. Quantum Technol.* 2, 1800043 (2019). [5] M. A. Bastarrachea-Magnani, et al., *Phys. Scr.* 92, 054003 (2017); S. Pilatowsky-Cameo, et al., *Quantum* 6, 644 (2022).

[09:15-09:30] Óptica Cuántica con Átomos y Fotones: una Plataforma Tecnológica para Información Cuántica *Daniel Sahagún Sánchez (*sahagun@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los sistemas cuánticos completos son escenarios naturales de investigación básica. También han resultado cajas de herramientas para desarrollar nuevas tecnologías. En la actualidad existen esfuerzos internacionales que han apostado por crear sistemas cuánticos con átomos y fotones entrelazados. Esto se debe a que, mediante el proceso no lineal mezclado de cuatro ondas, es posible: (i) generar de manera controlada luz cuántica a partir de gases atómicos, (ii) utilizar a los átomos como memorias cuánticas y (iii) probablemente se podrán crear también repetidores cuánticos. De manera tal que hacer óptica cuántica con átomos y fotones está volviéndose en una plataforma que promete soportar a todos los elementos de una red en donde los átomos son los nodos y los fotones son los mensajeros de información cuántica. En esta charla presentaré un muy breve resumen del estado del arte en este emocionante área de investigación, las contribuciones que hemos llevado a cabo dentro del Laboratorio de Átomos Fríos y Óptica Cuántica del Instituto de Física de la U. N. A. M. y nuestras perspectivas de investigación. Agradecimientos a los proyectos: PAPIIT no. IN106821 Ciencia Básica Fondo SEP-CONACYT no. 285387 Programa de Laboratorios Nacionales CONACyT no. 315838

[10:00-10:30] Ergodicidad y caos desde un modelo simple de interacción átomo-campo *Sergio Lerma

(*dsm0109@gmail.com*), *Facultad de Física, Universidad Veracruzana*; *Expositor.

Se presenta una revisión de los resultados más recientes que ha obtenido nuestro grupo de investigación respecto a las manifestaciones del caos en sistemas cuánticos, usando como estudio de caso el modelo de Dicke. Este modelo describe la interacción entre átomos de dos niveles y un sólo modo del campo electromagnético. Se discute la manifestación cuántica del exponente de Lyapunov, que clásicamente mide la sensibilidad de un sistema ante cambios en las condiciones iniciales, y la ubicuidad de las cicatrices cuánticas, que son la manifestación cuántica de órbitas clásicas periódicas. El proceso de equilibración de estados no estacionarios es discutido a la luz de los resultados anteriores.

10:30-10:45 **Estudio sobre el diseño e implementación de fuentes de fotones individuales deterministas** *Francisco Antonio Domínguez Serna (fadomin@cicese.edu.mx)*, *Cátedras Conacyt-Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California*;

Felipe Ortiz Huerta (fortiz.huerta@gmail.com), *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California*;

Jenny Paola Romero Castro (jromero@cicese.edu.mx), *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California*;

**Karina Garay Palmett (kgaray@cicese.edu.mx)*, *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California*; *Expositor.

Fuentes de fotones individuales deterministas, eficientes y compatibles con fotónica integrada, son un recurso esencial para el desarrollo de tecnologías tales como computación cuántica. Hasta la fecha, las fuentes de fotones individuales más ampliamente usadas en diversas aplicaciones se basan en los procesos no lineales espontáneos de conversión paramétrica descendente y mezclado de cuatro ondas. No obstante, estos procesos dan lugar a la generación de parejas de fotones que en general exhiben correlaciones en grados de libertad de variable continua, las cuales deben ser suprimidas con la finalidad de poder anunciar fotones individuales, cuánticamente puros, tras la fotodetección de uno de los fotones del par. Alternativamente, fuentes de fotones individuales pueden ser implementadas desde emisores individuales, tales como puntos cuánticos, defectos en nanodiamantes y defectos en materiales bidimensionales. En este trabajo se presentarán resultados

de los estudios, teóricos, numéricos y experimentales que hemos desarrollado en el CICESE, en relación a fuentes deterministas de fotones individuales, cuyo mecanismo de generación es el proceso de emisión espontánea. Se presentarán resultados del estudio de la interacción de emisores puntuales con diversas estructuras que favorecen el incremento y control de la emisión espontánea (Factor de Purcell), así como a incrementos del acoplamiento de la luz radiada a modos particulares del sistema (Factor Beta), el cual puede constituirse de guías de onda o cavidades ópticas. En el contexto experimental se presentarán los avances en la caracterización de la fluorescencia desde diferentes muestras: puntos cuánticos de disulfuro de plomo, nanodiamantes con centros nitrógeno-vacancia y disulfuro de tungsteno con excitones asociados a defectos. Se ha medido la distribución espacial de la fluorescencia, el tiempo de vida media y el espectro de emisión cuando los emisores se encuentran depositados en un sustrato de vidrio.

10:45-11:00 **Desigualdad de Bell en haces estructurados** **Laura Rosales Zárate (laura@cico.mx)*, *Centro de Investigaciones en Óptica*; *Expositor.

María Alejandra Gonzalez Dominguez (malejandragd@cico.mx), *Centro de Investigaciones en Óptica*;

Desigualdad de Bell en haces estructurados Actualmente existe un gran interés en las tecnologías cuánticas, estas se enfocan en utilizar principios de la mecánica cuántica con el fin de generar nuevas tecnologías. Uno de los recursos fundamentales para el desarrollo de las tecnologías cuánticas son las correlaciones cuánticas no locales. Dentro de estas se encuentran el enredamiento, direccionamiento de Einstein-Podolsky-Rosen y no localidad de Bell. La violación de una desigualdad tipo Bell es una prueba de la naturaleza cuántica de ese sistema, y que presenta una correlación no local. Actualmente, es posible generar experimentalmente el enredamiento en diferentes grados de libertad, incluyendo en momento angular orbital, el cual permite generar enredamiento multidimensional. Dentro de los haces estructurados se encuentran los haces Ince-Gauss, los cuales son soluciones de la ecuación paraxial de onda en coordenadas elípticas. Estos haces con estructura dependen de un parámetro conocido como elipticidad. En el presente trabajo se presenta una propuesta de la expresión de la desigualdad tipo Bell de Clauser-Horne-Shimony-Holt (CHSH) para haces Ince-Gauss, así como se muestran resultados de la violación de la desigualdad de Bell como función de la elipticidad.

Materia Condensada y Nanotecnología
Salón Fuego (B)

16:00-16:30 Efecto de tensión en el coeficiente de absorción intrabanda en puntos cuánticos esféricos core-shell CdSe/CdS/ZnSe Juan Carlos Martínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Rolando Pérez Álvarez (rpa@uaem.mx), Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Flavio Manuel Nava Maldonado (flavionava@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Karla Arely Rodríguez Magdaleno (karelyrod@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se calcula teóricamente el coeficiente de absorción intrabanda (IAC) entre los estados de banda de conducción $1s$ y $1p$ para un punto cuántico esférico core-shell-shell (CSS-QD) como función de los tamaños de las capas interior y exterior con y sin la presencia del efecto de tensión. La estructura electrónica del sistema se calcula en el marco de aproximación de masa efectiva y el efecto de la tensión se considera en el continuum elasticity model. Los resultados muestran que al comparar el sistema tensionado y el no tensionado, el primero provoca que el IAC sufra un pequeño corrimiento hacia el rojo. Un comportamiento similar ocurre a medida que aumenta el tamaño de la capa interna y externa. El efecto de la tensión es un factor importante que debe de considerarse en este tipo de nanoestructuras. El espectro de absorción obtenido es de suma importancia como mecanismo para controlar el diseño de dispositivos optoelectrónicos.

16:30-16:45 Síntesis de Esferas Huecas de Carbono por medio de Activación Química de Nanopartículas de Carbono para su uso en Condensadores Electroquímicos *Román López Sandoval (sandov@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; *Expositor.

Marisol Reyes Reyes (reyes.reyesm@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Eduardo Tovar Martínez (eduardo.tovar@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica;

Cesar Eduardo Sánchez Rodríguez (cesar.sanchez@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica;

En este trabajo se ha utilizado la combustión de naftaleno para sintetizar gramos por hora de esferas sólidas de carbono (CS). El hollín de carbón se activó mediante trata-

miento ácido consistente en una mezcla de HNO_3 y H_2SO_4 (1/3 v/v) para producir esferas huecas de carbón (HCS). Se estudió el efecto de dos concentraciones de CS (5 y 10 mg mL⁻¹) en la mezcla ácida, sobre las propiedades fisicoquímicas del HCS activado. Las HCS se sometieron a un tratamiento térmico para aumentar su grafitización y mejorar su conductividad eléctrica. La microscopía electrónica de transmisión de alta resolución (HRTEM) confirmó la formación de HCS debido al tratamiento con ácido, mientras que los espectros FT-IR mostraron que la activación química introdujo grupos funcionales en la superficie de las esferas de carbono y el efecto del tratamiento térmico también eliminó algunos de ellos. Mediante análisis de isoterma de adsorción-desorción de N_2 se estimó un área superficial específica de 300 m² g⁻¹ y una gran densidad de microporos para el CS tratado con ácido, así como para el CS tratado térmicamente. Se calculó una capacitancia específica 70 F g⁻¹ por voltamperometría cíclica del HCS tratados con ácido y con recocido térmico a 5 mV s⁻¹, para ambas concentraciones de CS, indicando la posibilidad de sintetizar estos HCS en grandes cantidades para su uso en condensadores electroquímicos.

Materia Condensada y Nanotecnología
Salón Fuego (B)

16:45-17:00 Optimización de la densidad de energía y capacitancia de super-capacitores de grafeno y plástico reciclado mediante perovskita $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$

Gabriel González Contreras (gabriel.gonzalez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Jorge Roberto Oliva Uc (jorge.oliva@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.;

*Luis Miguel Ojeda López (a332955@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

La ventaja de utilizar electrodos basados en grafeno dentro de super-capacitores, radica en el potencial que estos tienen de incrementar la capacidad de carga almacenada y la energía sobre la superficie de los electrodos conductores. Es posible incrementar este efecto al utilizar electrodos basados en una capa de compuesto/grafeno, la cual a su vez aumenta la capacitancia y densidad de energía en los super-capacitores. En este trabajo reportamos el desempeño electroquímico de super-capacitores (SCs) de estado sólido cuyos electrodos están hechos con micro-hojuelas de grafeno depositado sobre placas de polipropileno reciclado. De acuerdo al análisis de microscopía, el grafeno consiste en micro-hojuelas con dimensiones laterales promedio de 12 μm (largo) x 18 μm (ancho). Con el fin de incrementar la capacidad de almacenamiento de carga de los dispositivos, se introdujo en sus electrodos una perovskita de

$\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ el cual tuvo una morfología de micro-platos y un tamaño promedio de $3.84 \mu\text{m}$. Los resultados de desempeño electroquímico indicaron que los SCs hechos con la perovskita produjeron una capacitancia máxima de 254 F g^{-1} y una densidad de energía de 35.3 Wh kg^{-1} . Estos valores de capacitancia y densidad de energía son 56% más altos que aquellos obtenidos en un super-capacitor hecho con electrodos exclusivamente de grafeno. Además, los resultados de las curvas de carga-descarga demostraron que al agregar la perovskita al SC, se incrementa el voltaje de operación de 0.31 V a 0.48 V . También, se estudió cómo la capacitancia varía con los ciclos de doblado del dispositivo y encontramos sorprendentemente que la capacitancia aumentó de 219.6 F g^{-1} a 289.9 F g^{-1} , lo cual es contrario a lo comúnmente reportado (una disminución de la capacitancia con los ciclos de doblado).

17:00-17:15 Efecto de la fase de Berry en el transporte electrónico en moléculas magnéticas Gabriel González Contreras (*gabriel.gonzalez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Daniel Ignacio Salgado Blanco (*daniel.salgado@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.; *Francisco Javier Anaya García (*francisco.anaya@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

En este trabajo investigamos de forma teórica y numérica el efecto de la fase de Berry en el transporte electrónico en una molécula magnética con los contactos polarizados en presencia de un campo magnético transversal y longitudinal. Utilizando la ecuación maestra de Lindblad y un aproximación perturbativa se obtiene un Hamiltoniano efectivo que nos permite describir y calcular de forma analítica la interferencia o efecto de la fase de Berry en el transporte electrónico en la molécula magnética en función del campo magnético. Adicionalmente, se utilizó el Hamiltoniano efectivo en el software QmeQ para validar de forma numérica los resultados analíticos. Los resultados obtenidos de forma numérica concuerdan con los resultados analíticos obtenidos, demostrando además que es posible implementar el uso del software QmeQ para el cálculo del transporte electrónico en moléculas magnéticas.

17:15-17:30 Síntesis verde y caracterización de nanopartículas de plata José Luis González Solís (*jose.gsolis@academicos.udg.mx*), Instituto Politécnico Nacional; Brenda Esmeralda Martínez Zerega (*brenda.mzerega@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Mariana Díaz Zaragoza (*diaz.zaragoza.m@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Sergio Yair Rodríguez Preciado (*sergio.rodriguez@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Miguel Ojeda Martínez (*miguel.ojeda9380@academicos.udg.mx*), Instituto Politécnico Nacional;

Edén Ocegüera Contreras (*eden.oceguera@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Alexa Carrillo Mercader (*alexacarrilloh@hotmail.com*), Universidad de Guadalajara; María Teresa Sánchez Vieyra (*vieyra_84@hotmail.com*), Universidad de Guadalajara; *David Omar Oseguera Galindo (*david.oseguera@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

El método de síntesis verde es el más reciente en la preparación de nanopartículas de plata. Dentro de las ventajas que posee, es que es un método económico, factible de realizar y es amigable con el medio ambiente. En esta plática, se presenta una explicación de algunas rutas de su preparación y el proceso de formación de las nanopartículas. También, se expone las principales técnicas de caracterización que ayudan a tener conocimiento del tamaño, forma y concentración de las nanopartículas, siendo características importantes en alguna aplicación específica.

17:30-17:45 Electrodo de Bismuto y aleaciones: Efecto de la rugosidad y composición en la detección de concentraciones traza de cadmio Agileo Hernández Gordillo (*agileohg@materiales.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Victor Ugalde (*vmus@unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Bernardo Frontana (*bafrontu@unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Alejandro Vazquez (*ale.ci.vam@gmail.com*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Ukari Mejía (*315018251@quimica.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Sandra Elizabeth Rodil Posada (*srodil@unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.

El bismuto ha sido identificado desde el año 2000 como un excelente sustituto de los electrodos de mercurio para técnicas electroanalíticas de detección de metales pesados en agua. En la mayoría de los reportes, los electrodos de bismuto se producen in-situ haciendo un depósito electroquímico sobre sustratos basados en carbono. En este trabajo proponemos un depósito ex-situ de películas delgadas de bismuto sobre sustratos de vidrio para evaluar su funcionalidad como electrodos, buscando además aumentar el área superficial, a través de modificar la rugosidad de las películas durante el depósito. Se observó que variando el ángulo de depósito puede aumentarse el área superficial hasta en un 14% y se evaluó su efecto para la detección de 200 ppb de Cd en solución Buffer de acetato (0.1 M y pH 5.0). La propuesta de utilizar la técnica de sputtering es evaluar también el efecto de agregar aleantes con la finalidad de ampliar la ventana de trabajo y en particular alrededor de los potenciales de evolución de hidrógeno (RHE), para lo que se probaron cobre, estaño e indio, metales cuyo RHE es más negativo que el mismo Bi. Los electrodos producidos de Bi con diferentes rugosidades, de Bi-Cu, Bi-

Sn y Bi-In fueron caracterizados utilizando microscopia de fuerza atómica y electrónica, difracción de rayos-X, perfilometría y voltamperometría cíclica. La detección de Cd en solución se realizó con la técnica redisolución anódica de onda cuadrada.

17:45-18:00 Blue-emitting SrLaAlO₄:xTm phosphor obtained by combustion synthesis for solid state application

Raul Ochoa Valiente (raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Fisico Matemáticas. Universidad Autónoma de Coahuila.;

Efraín Viesca Villanueva (eviesca@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila.;

Jose Luis Fraga Almanza (josefraga@uadec.edu.mx), Programa de Posgrado de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales. Universidad Autónoma de Coahuila.;

Claudia Magdalena Lopez Badillo (cllopezb@uadec.edu.mx), Programa de Posgrado de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales. Universidad Autónoma de Coahuila.;

Roberto Constancio Torres Ramirez (roberto.torres@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Fisico Matemáticas. Universidad Autónoma de Coahuila.;

**Carlos Eduardo Rodriguez Garcia (crodriguezgarci@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Fisico Matemáticas. Universidad Autónoma de Coahuila.;* **Expositor.*
Nelson Etafo Oshogwue (etafo@uadec.edu.mx), Programa de Posgrado de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales. Universidad Autónoma de Coahuila.;

In this study, a simple combustion synthesis method was applied to obtain SrLaAlO₄ (SLAO) and SrLaAlO₄:Tm (SLAO:Tm) phosphors samples at different Tm³⁺ concentration (1- 7 mol.%), the samples were subjected to a post-annealing at 1200 °C. The X-ray diffraction (XRD) analysis showed that the SLAO and SLAO:Tm phosphors had pure tetragonal phase (JCPDS No 24-1125). The photoluminescence spectra indicated that blue and infrared emission were produced at 831 nm, 731 nm, 462 nm and 800 nm which corresponds to 1D₂ → 3F₅, 1D₂ → 3F₃, 1G₄ → 3H₆ and 3H₄ → 3H₆ transitions of Tm³⁺ based on the order of their increasing intensity. The SLAO:Tm phosphors with 5 mol.% showed the highest emission for the first time and a quenching luminescence was observed for the phosphor made with 7 mol.%. The SLAO:Tm phosphors, due to a highly pure infra-red luminescence (> 800 nm, the 3H₄ → 3H₆ transitions of Tm³⁺) under 980 nm laser excitation, will be a good candidate for application for near-infrared biological and laser application.

Enseñanza

Salón Fuego (B)

[08:30-09:00] Las simulaciones PhET como herramienta de apoyo para la enseñanza del movimiento parabólico en bachillerato. *Mario Humberto Ramírez Díaz (mramirezd@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;*

Jesús Alberto Flores Cruz (jafloresc@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;

Francisco Ramos Brito (ramosbritof@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Edgar Alejandro Camacho Medina (edgar.cam@gmail.com), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*

En el presente trabajo se muestra una serie de actividades integradas en forma de secuencia didáctica, con la finalidad de lograr que los estudiantes de bachillerato puedan relacionar los conceptos de la cinemática con los fenómenos que los rodean, sean capaces de determinar cuáles de ellos influyen de forma relevante en el movimiento en tiro parabólico y mediante las ecuaciones correspondientes logren resolver problemas referentes a este tema de una manera eficiente y funcional. Dentro de las herramientas que forman parte de la secuencia didáctica mencionada, se emplean las simulaciones PhET como herramienta principal para ilustrar el movimiento parabólico. La motivación de esta investigación fue la detección de bajo rendimiento en la unidad referente a la cinemática en el curso de Física I según datos recabados de 2011 a 2014, en un bachillerato particular ubicado en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México, contrastando resultados con los grupos correspondientes al periodo de 2015 a 2020 donde ya se implementó la herramienta diseñada, mostrando resultados alentadores de forma inmediata. Al analizar los resultados, se obtuvo que, de manera general, el 75% de los estudiantes evaluados en 2015, logró superar la media establecida de 2011 a 2014 en el rendimiento en la unidad III referente a cinemática; de esos estudiantes, el 97% identifica correctamente el movimiento parabólico en la naturaleza; el 63% identifica correctamente las magnitudes físicas implicadas en este movimiento y aquellas que juegan un papel importante y el 47% de los estudiantes aplica de forma correcta las ecuaciones para resolución de problemas.

[09:00-09:15] Determinación de la distribución de temperaturas mediante rapidez de evaporación.

Jesús Manuel Saenz Villela (jsaenz@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez;

Elsa Gabriela Ordoñez Casanova (eordonez@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez;

**Hector Alejandro Trejo Mandujano (htrejo@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.*

Se presenta un método muy sencillo y económico para determinar la distribución de temperaturas relativas sobre una superficie. El método consiste en observar la rapidez de evaporación que experimenta algún líquido sobre dicha superficie y asociarlo con la temperatura a la que se encuentra. La observación se hace iluminando la superficie humedecida con un haz de luz polarizado y mediante una cámara con un analizador polarizador, observar la rapidez con que el líquido se evapora. Esta información es procesada a través de software para así obtener la distribución relativa de temperaturas. El procedimiento tiene aplicación directa en el servicio de la reparación de tablillas electrónicas y se presenta como una alternativa económica a los sistemas de cámaras termográficas. Se muestra el análisis teórico del procedimiento, el algoritmo y resultados experimentales.

[09:15-09:30] Actividad óptica en azúcares y limoneno para el laboratorio de enseñanza *Erick Barrios Barocio (e.barrios@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias UNAM;*

**Eduardo Hernández Hernández (eduardo_hernandez@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias UNAM; *Expositor.*

Uno de los temas más relevantes en óptica clásica es la polarización, indispensable en un laboratorio de dicha materia. Para poder entender cómo la polarización interacciona con los materiales y las posibles aplicaciones que se le pueda dar a esto, es indispensable que se aborden actividades prácticas en un curso de enseñanza. Una de dichas actividades y con amplias perspectivas de aplicaciones en la industria, es la Actividad óptica, la cual es comúnmente abordada de manera superficial debido a la falta de materiales. Resultado de este fenómeno se encuentra el poder rotatorio, presente en algunas sustancias orgánicas, que tiene su origen en la interacción del campo electromagnético con la estructura de las moléculas. Esto hace del tema de interés tanto en física como en química, impulsando un estudio interdisciplinario, aspecto cada vez más importante en la formación de los estudiantes; además, debido a sus aplicaciones en la industria alimenticia y farmacéutica, su estudio impulsa una visión más allá del ámbito académico de la física. En este trabajo se detalla cómo realizar una actividad experimental que permita abordar de forma cuantitativa la actividad óptica mediante el cálculo del poder rotatorio de compuestos orgánicos básicos fáciles de conseguir o producir en un laboratorio de enseñanza, como lo son el jarabe de maíz, la sacarosa, la fructosa y el limoneno de naranja. Los resultados encontrados para la rotación óptica de estas sustancias tienen un error promedio del 10 % respecto de los valores reportados; sin embargo, también fue posible deducir cuando alguna de las sustan-

cias trabajadas no era pura, ya que el error respecto de valores reportados se incrementa. Estas impurezas en las muestras son una consecuencia del proceso de obtención y almacenamiento de los compuestos orgánicos utilizados. Sin embargo, se puede concluir que se tiene un método experimental adecuado para análisis de sustancias basado en actividad óptica a nivel educativo.

10:00-10:30 **Cómo entender el flujo vehicular como modelo matemático** *Alma Rosa Méndez Rodríguez (*amendez@cua.uam.mx*), UAM - Cuajimalpa; *Expositor.

En esta charla les platicaré de los diferentes enfoques existentes para modelar y entender el flujo de vehículos en autopistas o carreteras. Me enfocaré posteriormente en uno de éstos, la visión mesoscópica. Hablaré de qué es la función de distribución relacionada con este flujo, entenderemos qué es el diagrama fundamental y veremos la importancia del mismo para comprender el comportamiento de este particular flujo. Finalmente mostraré algunos aspectos importantes a modelar como son, el número de carriles en una autopista o el tamaño de los vehículos.

10:30-10:45 **Observaciones Remotas con el Telescopio 0.84m del OAN-SPM y Bases de Datos en la Enseñanza de la Astronomía** Enrique Colorado Ortiz (*colorado@astro.unam.mx*), Observatorio Astronómico Nacional, Universidad Nacional Autónoma de México;

Héctor Hernández Toledo (*hector@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Luis Artemio Martínez Vázquez (*lamb@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Wenceslao Santiago Germán (*wenceslao.santiago@enp.unam.mx*), Escuela Nacional Preparatoria, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Erika Alquicira Peláez (*erika.alquicirap@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Nuestra respuesta académica en esta pandemia se centra en las tecnologías como herramientas para enfrentar sus efectos. Hay que mejorar los contenidos de los cursos virtuales y hacerlos mas atractivos. Dadas (i) la dificultad de la enseñanza adecuada de las ciencias y (ii) los altos niveles de deserción, proponemos incorporar a las clases de astronomía el uso interactivo de instrumentos como el telescopio remoto 0.84m del OAN, San Pedro Mártir, explotando su potencial y usando las bases de datos publicas de proyectos internacionales como Sloan SDSS para generar nuevos ejercicios y practicas para los cursos. Presentamos los primeros resultados de observaciones remotas a la Nebulosa del Cangrejo y las galaxias NGC 2685, NGC 2782, NGC 3226/7, NGC 3808 y PKS1413-135 y algunas aplicaciones didácticas. Este proyecto cuenta con financiamiento del proyecto UNAM-PAPIME PE107321

10:45-11:00 **Análisis del ordenamiento de partículas de hidrogel como herramienta didáctica del Laboratorio de Materiales Blandos 'Portable'** Adrián Arturo Huerta Hernández (*adrian.huerta@gmail.com*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

*Melissa Yaeth Paredes Cabrera (*zs19013380@estudiantes.uv.mx*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA; *Expositor.

En este trabajo mostramos los resultados de un análisis del ordenamiento de partículas de hidrogel confinadas en circunferencias de diferentes tamaños. Utilizando un número fijo de partículas de hidrogel, capturamos su evolución usando "time-lapse", lo que nos permitió observar el proceso y los ordenamientos finales en cada una de las circunferencias usadas. Se propuso esta actividad como una experiencia didáctica que se integra a las actividades del Laboratorio de Materiales Blandos 'Portable', en la sección de "El Experimento", de la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana. Esta actividad se usó, durante el periodo de aislamiento por Covid 19, para dar pie a los conceptos de difusión, cristalización y entropía, durante una charla dirigida a estudiantes de los primeros semestres de la licenciatura en física.

Materia Condensada y Nanotecnología
Salón Fuego (B)

16:00-16:30 **Espectroscopia de fuerzas para la medición de propiedades visco elásticas de células cancerosas por microscopia de fuerza atómica** *Jorge Luis Menchaca Arredondo (*jorgeluismenchaca@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Las aplicaciones de la microscopia de fuerza atómica en biología están en constante crecimiento como resultado no sólo de su alta resolución en la toma de imágenes, sino también por ser una herramienta para la obtención de datos precisos en un medio líquido. Con este microscopio, los científicos han caracterizado una variedad de muestras biológicas que van a partir de ADN, virus, proteínas, lípidos y las membranas celulares de los tejidos extendidos y otros materiales de importancia biológica y sin los problemas causados por el secado o la preparación de muestras (fijación o métodos de tinción). En este seminario se aborda un problema biológico desde el punto de vista físico, es decir, se busca un modelo físico adecuado para cuantificar las propiedades viscoelásticas de células cancerosas, lo cual implica, la implementación de la metodología para medir las propiedades visco elásticas de las células por microscopia de fuerza atómica en líquido, para después hacer un análisis de estas mediciones a partir de modelos visco elásticos. Los modelos usados son construidos a base de resortes y amortiguadores los cuales comúnmente se han empleado en la literatura, que sin embargo muestran algunas deficiencias en la representación del comportamiento celular. Por lo cual, en este trabajo se proponen

modelos visco elásticos a base de elementos tipo resorte-amortiguador que presentan un comportamiento intermedio entre estos, los cuales son gobernados por derivadas de orden fraccional, estos modelos representaron de mejor manera el comportamiento de la célula.

16:30-16:45 **Fabricación y Caracterización de Pozos cuánticos Acoplados y Desacoplados III-V** Luis Felipe Lastras Martínez (lflm@cactus.iico.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Alfonso Lastras Martínez (alastras@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Liliana Estela Guevara Macías (lilakane076@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Rodolfo Martínez Espinosa (rmtze.995@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Oscar Ruiz Cigarrillo (ruizoscar.1393@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Gael Alberto Segura De La Vega (a307147@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

María Del Carmen Rangel Monreal (a194626@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Paola Yurem Pérez Gómez (a307057@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Carlos Alberto Bravo Velazquez (carlos.alberto.bravo.velazquez@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Lucy Estefanía Tapia Rodríguez (lucyestefaniatapia@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Los pozos cuánticos representan la base de una gran variedad de dispositivos entre ellos los leds, láseres y fotodetectores. En este trabajo presentamos el crecimiento por epitaxia por haces moleculares de pozos cuánticos (QW) acoplados y desacoplados de AlGaAs/GaAs/AlGaAs, y su caracterización mediante técnicas ópticas como lo son fotoluminiscencia (PL) y Reflectancia Diferencial (RD). Se observó el efecto del rompimiento de simetría (de D2d a C2v) en las propiedades spintrónicas de la estructura a través de PL y RD a una temperatura de 30 K. Adicionalmente, los pozos cuánticos acoplados fueron fabricados para permitir tunelamiento cuántico de electrones al estar separados por barreras de 5 nm de grosor. Se realizó un estudio de las distintas interacciones entre niveles confinados de energía en los pozos cuánticos. Este tipo de estructuras permite la formación y observación no solo de excitones y triones directos, sino también de excitones y triones indirectos, que se forman al haber transiciones entre electrones de un pozo y huecos de otro pozo cuántico vecino (Transiciones intra-QW).

Materia Condensada y Nanotecnología
Salón Fuego (B)

16:45-17:00 **Sobre la estructura electrónica y la respuesta óptica de polímeros de coordinación basa-**

dos en cianuros de metales de transición, un estudio computacional y experimental. Edilso Francisco Reguera Ruíz (ereguerar@ipn.mx), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional;

Yosuan Ávila García (yosuan.ag87@gmail.com), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México;

Inti Zumeta Dubé (intizd@gmail.com), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional;

Ana Elizabeth Torres Hernández (ana.torres@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Hebert Rodrigo Mojica Molina (rodrigo1993mx@gmail.com), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Los polímeros de coordinación basados en cianuros de metales de transición corresponden a una familia de materiales cuyas densidades electrónicas sobre los metales permanecen fuertemente acopladas a través de la retrodonación π debidas a los ligantes cianos (CN). Este fenómeno afecta directamente la respuesta la respuesta óptica, que está dominada por fenómenos de transferencia de carga metal-ligante y por transiciones permitidas d-d sobre los metales incorporados. En esta contribución se describe la estructura electrónica de tres familias de polímeros de coordinación basados en cianuros de Cd, Zn y Hg, diferenciadas por su dimensionalidad (3D, 2D, 1D). Se describe el efecto de los metales sobre la estructura electrónica y las características estructurales sobre la respuesta óptica, a través de cálculos computacionales empleando la teoría del funcional de la densidad. Se reportan por primera vez los bandgaps ópticos de varios de estos sistemas y otros son corregidos. Adicionalmente, se incorporan resultados experimentales de espectroscopía electrónica, infrarroja y raman de los sistemas estudiados y se analiza su correlación con los modelos teóricos. La incorporación de ligantes orgánicos sobre las estructuras, como herramienta para modificar la dimensionalidad, adicionan interacciones de van der Waals produciendo efectos sobre la respuesta óptica que son discutidos en detalle. Se encuentra que el uso de funcionales meta-GGA (SCAN) reproducen satisfactoriamente el comportamiento electrónico a un costo computacional razonable.

17:00-17:15 **Depósito de MnS tipo p por el método SILAR con equipo de diseño y fabricación propia** Harumi Moreno García (harumi.moreno@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Ismailia Leilani Escalante García (ismailiae@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco (jcmover@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Ángel Gabriel Rodríguez Vázquez (*angel.rodriguez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Miguel Ángel Vidal Borbolla (*miguel.vidal@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Ma. Del Rosario Martínez Blanco (*mrosariomb@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Jesús Octavio Sigala Valdez (*iqsigala31@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Antonio Del Río De Santiago (*adelrio22@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo, se han depositado películas de sulfuro de manganeso (MnS) mediante un método adsorción y reacción de capa iónica sucesiva (SILAR) con equipo de diseño y fabricación propia. Se estudió la síntesis y caracterización de películas delgadas de MnS y FTO/CdS/MnS mediante difracción de rayos X de incidencia rasante (GIXRD), mostrando un pico característico al tipo MnS-cúbico y se determinó 4.99Å como constante de red. La espectroscopia Raman muestra una buena concordancia con los datos reportados en la literatura, nuestras películas de MnS se depositaron en cubreobjetos con recubrimiento FTO y sobre las películas delgadas de sulfuro de cadmio (CdS). La película delgada de CdS tiene una red hexagonal y se depositaron por la técnica termal bath, además de por la técnica SILAR, mostrando resultados similares. La caracterización I-V muestra la curva característica del diodo, con un voltaje para el circuito abierto de 300 mV en iluminación, lo que significa que el sulfuro de manganeso contribuye con portadores de carga positiva, a una zona de agotamiento, debido a que el CdS en estas condiciones es un material tipo-n. La espectroscopia Uv-Vis por medio del método de Tauc arroja un gap con un valor de 3,65 eV, lo que indica que este material sería apropiado para una capa de ventana. Palabras clave: sulfuro de manganeso; SILAR; Crecimiento de película, termal bath, tipo p. *Autor para correspondencia Correo electrónico: risa008537@uaz.edu.mx

[17:15-17:30] Estudio y evaluación de películas delgadas por técnicas de deposición química para el diseño de una capa ventana/buffer Antonio Del Río De Santiago (*adelrio22@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Ismailia Leilani Escalante García (*ismailiae@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmoveo@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

José Manuel Ortiz Rodríguez (*manuelortiz@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Obed Yamín Ramírez Esquivel (*obed.ramirez@cimav.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Miguel Ángel Vidal Borbolla (*miguel.vidal@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Víctor Hugo Méndez García (*victor.mendez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Jesús Octavio Sigala Valdez (*iqsigala31@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El uso de los materiales semiconductores en la elaboración de películas delgadas es uno de los temas estudiados globalmente, debido a los variados usos que estos pueden aportar. La elaboración de celdas solares fotovoltaicas a partir de sulfuros metálicos ha tomado un gran auge desde el año 2011, debido a la abundancia presente de los compuestos, la principal ventaja relacionada con el uso de estos materiales proviene de los diversos métodos de elaboración de la película delgada. En el siguiente trabajo se implementa el método SILAR para la obtención de películas delgadas de SnO, CdS y ZnS se pretende depositar dichos materiales en una sola película delgada para la formación de una capa ventana/buffer. La técnica SILAR maneja diversos tiempos de ciclo los cuales son, el tiempo de limpieza, traslado y sumergido entre cada material a depositar, favoreciendo la reacción de absorción en el sustrato y el crecimiento de la película. Se propone un mecanismo de reacción para la primera capa entre los diferentes precursores; con la finalidad de explicar la reacción química que se efectúa. Se analizaron muestras depositadas con dos métodos distintos, en ambos métodos se realizaron tratamientos térmicos de los productos a diferentes temperaturas. Morfológicamente se realizó el estudio de GIXRD para encontrar las características cristalográficas de los diferentes compuestos, encontrando características policristalinas de las películas con el depósito de SnO tetragonal, CdS cúbico y ZnS cúbico. Los datos de absorbancia obtenidos a partir del análisis de las películas en un espectrofotómetro UV-Vis arrojan que ambos métodos presentan los valores de absorbancia característicos de los materiales depositados. Se analizaron dichas películas por el método Kelvin de cuatro puntas en diversas regiones de la película para especificar la resistencia eléctrica, para los dos métodos utilizados en el proyecto cuyos valores son y respectivamente.

[17:30-17:45] Estudios de las propiedades estructurales y electrónicas de puntos cuánticos de grafeno CmHn con impurezas sustitucionales de B, N y Si con DFT. Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Física;

Flavio Manuel Nava Maldonado (*flavionava@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Carlos Ríos Martínez (*crios@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Karla María Méndez Martínez (*karla.mendez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El estudio de materiales nanoestructurados con base de carbono ha logrado un avance muy importante en el entendimiento de los materiales bidimensionales y de sus posibles aplicaciones en la nanotecnología. El interés de estos materiales se debe principalmente a las propiedades que presentan y en particular en los materiales 2D como

lo es el caso del grafeno y muchos más que han surgido recientemente de otros átomos componentes como el Siliceno o Fosforeno, por mencionar algunos. El interés desde el punto de vista teórico no solo se ha centrado en sabanas infinitas de grafeno, sino también en sistemas finitos, como lo son moléculas como el benceno que es un hexágono de átomos de carbono hidrogenado. En este trabajo se enfocó al estudio sistemático de puntos cuánticos de grafeno de diferentes tamaños, los cuales consisten fundamentalmente en estructuras tipo benceno al que le agregamos anillos aromáticos que podemos expresar como C_mH_n , con m el número de átomos de carbono y n hidrógenos. Estudiamos estos sistemas dentro del formalismo de primeros principios en la teoría funcional de la densidad con base en el código Siesta (Spanish Initiative for Electronic Simulations with Thousand of Atoms). Inicialmente se hizo con la estructura más simple que es el benceno, partiendo de 6 átomos de carbono C_6H_6 , siguiendo con puntos cuánticos de grafeno (GQD) $C_{24}H_{12}$, $C_{51}H_{18}$, $C_{96}H_{24}$, $C_{150}H_{30}$ y $C_{216}H_{36}$, donde los hidrógenos pasivan las estructuras. Se estima que aumentando el número de átomos en los puntos cuánticos de grafeno (GQD) sus propiedades electrónicas y ópticas mejoran en su potencial aplicación en emisores de luz, sistemas fotovoltaicos y sensores de gas. Los GQD a partir de la tercera estructura se doparon con átomos como B, N y Si, en configuraciones para, orto, meta y de manera aleatoria para obtener una comparación en sus propiedades respecto a los puntos sin dopaje. Reportamos la densidad de estados, así como la parte imaginaria de la función dieléctrica.

17:45-18:00 Exfoliación mecánica de cadenas de oxalatos de metales de transición dihidratados: Un estudio de primeros principios. *Romeo Humberto De Coss Gómez (romeo.decoss@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida;*

Juan Hernández Tecorralco (jhdztecorralco@gmail.com), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida;

**Luis Fernando Garcia Uc (lgarcia@hotmail.es), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida; *Expositor.*

Los compuestos cuasi-unidimensionales (Q1D) son considerados nanomateriales prometedores para aplicaciones en dispositivos cuánticos emergentes. Los oxalatos de metales de transición (MO_x) son compuestos que pertenecen a este grupo, los cuales están formados de cationes metálicos unidos por aniones oxalato en cadenas que están enlazadas por puentes de hidrógeno. Estos sistemas son interesantes debido a sus fascinantes propiedades magnéticas como son el débil ferromagnetismo y el metamagnetismo. Además, la débil interacción de los enlaces de hidrógeno entre cadenas abre la posibilidad de aislar una sola cadena desde el sistema tridimensional (3D) por métodos de exfoliación. Así, para evaluar la posibilidad de obtener cadenas aisladas de MO_x , hemos realizado cálculos de primeros principios basados en la Teoría del Funcional de la Densidad de la energía de exfoliación mecánica para cadenas de MO_x con $M = Mg, Fe, Co$ y Ni . Encontramos que la energía de exfoliación se encuentra en el rango de $60 - 90 \text{ meV}/\text{Å}^2$, demostrando la factibilidad de obtener cadenas desde el cristal 3D de los sistemas bajo estudio. Adicionalmente, para tomar en cuenta el efecto de la correlación electrónica en los sistemas de estudio, se aplicó la corrección de Hubbard a los estados “d” del Fe, Co y Ni . El parámetro de Hubbard fue calculado de forma autoconsistente usando un método de respuesta lineal. Finalmente, para evaluar la estabilidad dinámica de las cadenas aisladas, se calcularon curvas de dispersión fonónica. El autor L.F.G. agradece el apoyo otorgado por el CONACyT a través de una beca para estudios de posgrado. Este trabajo fue apoyado por el clúster híbrido de supercómputo “Xihucoatl”.

Óptica
Salón Fuego (B)

08:30-09:00 **Observación directa de la propagación de un haz aberrado mediante microscopía de radiación de fuga.** *Jesús Emmanuel Gómez Correa (jesusg@cicese.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

Victor Coello (vcoello@cicese.mx), Institute of Physics of the University of Aalborg in Denmark;

Alfonso Jaimes Nájera (ajaimes@tec.mx), El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados;

**Juan Pablo Treviño Gutiérrez (jptrevino@tec.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

El estudio de haces de luz coherentes es de gran importancia en áreas de la fotónica tales como el estudio de la evolución de haces estructurados, adifraccionales y aberrados. Las propiedades de estos haces se observan experimentalmente, con relativa facilidad, en planos transversales a la propagación. Sin embargo, el plano longitudinal (que incluye al eje de propagación) es típicamente visto en forma de simulaciones y prácticamente nunca se observa de forma experimental a pesar de su importancia. Algunos de los haces antes mencionados, debido a su gran importancia, se han estudiado en sus contrapartes plasmónicas y las imágenes de la evolución espacial se han obtenido experimentalmente para haces Airy, Bessel, y Gaussiano fundamental, entre otros. En el caso 3D, mapear este plano es fundamentalmente complicado pues el plano involucrado debe ser muestreado para diferentes valores de la coordenada de propagación. Un estudio reciente acerca de la medición de aberraciones ha servido de puente para el presente, donde utilizando un sistema de microscopía de radiación de fuga, hemos logrado observar la evolución de un haz 3D aberrado al acoplarse a un plasmón polaritón de superficie (PPS) que hereda las características de fase de aquél que lo excita. El sistema con el que trabajamos es libre de aberración, sin embargo, manipulando la distancia y el ángulo de incidencia del haz sobre la muestra, logramos controlar de manera precisa el grado de aberración (i.e. coeficientes de Seidel) con el que el haz incide. En el plano de propagación del PPS observamos las características esperadas para la propagación de un haz aberrado, siendo esta la primera vez que este fenómeno se captura en una cámara CCD de forma directa.

09:00-09:15 **Generación de interferogramas de franjas abiertas en un interferómetro de trayectoria común utilizando un filtro autoinducido tipo Zernike en un material no lineal.** *Marcelo David Iturbe*

Castillo (diturbe@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.;

Carlos Gerardo Treviño Palacios (carlost@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.;

Rosario Porras Aguilar (rporrasa@uncc.edu), The University of North Carolina at Charlotte;

Julián David Sánchez De La Llave (dsanchez@inaoe.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**José Alex Zenteno Hernández (jazh@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.; *Expositor.*

La técnica de contraste de fase ha demostrado ser una herramienta muy efectiva para el análisis cualitativo y cuantitativo de las perturbaciones en la fase de un campo óptico. Filtrando adecuadamente el espectro de Fourier del campo bajo estudio, es posible generar una onda sintética de referencia que interfiera con el campo original. En este trabajo presentamos una modificación novedosa a la técnica generando un ángulo entre las direcciones de propagación de la onda sintética de referencia y la que porta la información del objeto de fase. La técnica requiere una distribución del objeto de fase con un factor de llenado menor a 1. El filtro tipo Zernike se autoinduce empleando un material cuyo índice de refracción depende de la intensidad del campo incidente, sin embargo, la técnica también puede implementarse con filtros prefabricados. Se muestran resultados de la distribución de fase recuperada empleando la técnica de Takeda para interferogramas de franjas abiertas.

09:15-09:30 **Medición de la Relación Señal a Ruido de una señal débil inmersa en un fondo altamente ruidoso usando un Interferómetro de Desplazamiento Rotacional.** *Marija Strojnik (mstrojnik@gmail.com), Centro de Investigaciones en Óptica;*

Guillermo García Torales (garcia.torales@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

**Manuel Alejandro Montes Flores (manfes1207@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

La Relación Señal a Ruido compara la potencia de una señal con información de interés contra una señal indeseada considerada como ruido. En un experimento de laboratorio. Medimos la Relación Señal a Ruido de dos patrones de intensidad en un Interferómetro de Desplazamiento Rotacional basado en una configuración Mach-Zehnder con un prisma Dove en uno de los brazos del interferómetro. Una señal representa la débil radiación de un planeta, y la otra representa la alta radiación emitida por una estrella, pero los patrones de intensidad debida al planeta prevalecen. La rotación del prisma Dove mejora la Relación Señal a Ruido de las señales. Esta mejora ayuda a la detección de

planetas cercanos a una estrella mediante métodos interferométricos.

10:00-10:30 **Prototipos de placas de fase fabricadas mediante impresión 3D para generar aberraciones de segundo orden: Lentes de Álvarez** Daniel Aguirre Aguirre (daniel.aguirre@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

Jose Rufino Díaz Uribe (rufino.diaz@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

Martín Rodríguez Rodríguez (martin.isaias.rodriguez@gmail.com), Facultad de Estudios Superiores Iztacala;

Ana Bautista Hernández (ann.bta05@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León;

Brenda Villalobos Mendoza (brenda.villalobos@udem.edu), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad de Monterrey;

*Dulce González Utrera (dulce.gonzalez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las lentes de Álvarez-Humphrey están compuestas por dos placas de fase, cada una de las cuales tiene una superficie plana y una superficie de forma libre o "freeform", descrita por un polinomio de tercer grado. Las dos superficies "freeform" son complementarias y al combinarse y ser desplazadas lateralmente una respecto a la otra, introducen cierta cantidad controlada de aberraciones de segundo orden tales como defoco y astigmatismo, característica interesante para algunas aplicaciones ópticas, siendo una de ellas la calibración de aberrómetros oculares. Es por lo anterior que, en este trabajo se fabricaron tres prototipos de lentes de Álvarez en una impresora Formlabs Form 3 SLA 3D en resina transparente. Donde la forma de la superficie "freeform" se representa por la suma de dos polinomios de Zernike que representan la combinación de las aberraciones de coma y trefoil $z(x, y) = a_3^{-1}Z_3^{-1}(x, y) + a_3^{-3}Z_3^{-3}(x, y)$, mostrando que en el caso especial donde $a_3^{-1} = a_3^{-3}$ la ecuación de la superficie se reduce a un polinomio de tercer orden. Se presenta una expresión para encontrar la cantidad de aberración de coma y trefoil, es decir, el valor del coeficiente $a = a_3^{-1} = a_3^{-3}$ a partir de la cantidad de cambio en la potencia óptica respecto al desplazamiento lateral. Se muestra que el coeficiente recuperado coincide con el coeficiente de diseño, validando así la ecuación y el proceso de fabricación.

10:30-10:45 **Una prueba nula para evaluar lentes plano convexas por refracción** Maximino Avendaño Alejo (maximino.avendano@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

Manuel Campos García (manuel.campos@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Oliver Huerta Carranza (oliver@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Con el objetivo de disminuir el tamaño, peso y las aberraciones de los sistemas ópticos, cada vez es más frecuente encontrar en ellos superficies no esféricas y no convencionales; por lo tanto, es necesario diseñar métodos de medición para evaluar posibles desviaciones de las superficies ópticas construidas con respecto a las superficies de diseño. En este trabajo proponemos un método simple para medir por refracción la superficie no esférica de una lente plano convexa. El método consiste en diseñar un conjunto de objetos geométricos utilizando un trazo exacto de rayos. Los objetos se despliegan en una pantalla LCD y se observan a través de la lente plano convexa utilizando una cámara CCD. Utilizamos la imagen que se forma en el sensor de la cámara para calcular las normales a la superficie bajo estudio y utilizando un algoritmo iterativo podemos reconstruir la superficie convexa. Los autores agradecen el apoyo económico recibido por el CONACyT, a través del proyecto A1-S-44220 y por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM, a través del proyecto TA100521.

10:45-11:00 **Generalización del trazo de rayos en medios simétricos de índice de refracción gradiente** Sabino Chávez Cerda (sabino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Juan Pablo Treviño Gutiérrez (jptrevino@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla;

Alfonso Jaimes Nájera (ajaimes@tec.mx), Tecnológico de Monterrey;

Ana Laura Padilla Ortiz (apadilla@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey;

*Jesús Emmanuel Gómez Correa (jesusg@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey; *Expositor.

El trazo de rayos en medios de índice de gradiente (medios GRIN, por sus siglas en inglés) se ha realizado, tradicionalmente, mediante las soluciones analíticas o numéricas de la ecuación de rayos, o mediante el cálculo de la ley de Snell en cada capa de índice de refracción diferente. En este trabajo se presenta cómo las invariantes del rayo obtenidas del principio de Fermat permiten establecer un método (y un algoritmo) simple que no requiere ninguna aproximación analítica ni numérica para el trazo de rayos, sólo requiere la distribución GRIN y sus invariantes, es decir, en este trabajo se presenta una generalización del trazo de rayos en medios inhomogeneos, dado que se puede aplicar en cualquier medio simétrico. Una ventaja de este método es que no se requiere encontrar una solución explícita a la ecuación de rayos. Este método se imple-

mentó en diferentes medios GRIN considerando simetrías diferentes, tales como: rectangular, cilíndrica y esférica.

Materia Condensada y Nanotecnología

Salón Fuego (B)

16:00-16:15 **Síntesis y caracterización de puntos cuánticos de carbono con luminiscencia dual a partir de Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni.** *Jesús Gabino Puente Córdova (jesus.puentecr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica;*

José Manuel Diabb Zavala (jose.diabbzv@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica;

Juan Francisco Luna Martínez (juan.lunamrt@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica;

Nasser Mohamed Noriega (nasser.mohamednr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica;

Moisés Hinojosa Rivera (moises.hinojosar@uanl.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica;

**José Antonio De Jesús Peña Leal (antonio.penall@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica; *Expositor.*

En el presente trabajo, se obtuvieron CD de emisión dual (azul y verde) a partir de la termólisis de hojas de Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni y se caracterizaron por las técnicas de UV-Vis, FL, FTIR, XRD, Raman y TEM. El proceso de termólisis de las hojas de Stevia rebaudiana dio como resultado CD con luminiscencia en color cercano al azul, los cuales contenían sales minerales provenientes de la naturaleza de la planta (Cloruro de potasio (KCl)); posterior a las caracterizaciones de los CD con sales (CD-KCl de ahora en adelante), se decidió realizar un proceso de purificación de los CD-KCl para retirar las sales minerales, proceso mediante el cual se logró obtener la emisión dual de los CD, dado que, al retirar las sales minerales de la dispersión de los CD-KCl, la emisión paso de ser de color azul a ser de color verde. Los CD-KCl alcanzaron su emisión máxima a 421 nm, con una excitación a 325 nm, mostrando un color azulado y un rendimiento cuántico del 12.8%, mientras que para los CD purificados su emisión máxima se obtuvo a 547 nm, con una excitación a 274 nm, mostrando un color cercano al verde y un rendimiento cuántico del 1.3%. El análisis XRD mostró la reflexión característica para materiales similares al grafito a 2θ 26.5° y 28.5° que representan un espaciado entre capas de 3.37 Å y 3.14 Å. Las imágenes TEM mostraron partículas gráficas con morfología esférica y tamaño de partícula de aproximadamente 3,8 nm. Estos resultados demuestran un enfoque simple para la obtención de CD de emisión dual, que se pueden dispersar fácilmente en medios acuosos.

16:15-16:30 **Estudio de la reducción de oxígeno en sistemas gráficos con impurezas metálicas** *Noboru Takeuchi Tan (takeuchi@cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

Jose Manuel Romo Herrera (jmromo@ens.cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Jonathan Guerrero Sanchez (guerrero@ens.cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

José Israel Paez Ornelas (paez@cnyn.unam.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Hector Noe Fernandez Escamilla (noefdzc@cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Edgar Martínez Guerra (edgar.martinezgrr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

**Luis Angel Alvarado Leal (luiz.kh@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

La importancia de la Reacción de Reducción de Oxígeno (ORR) es muy valiosa desde dos perspectivas diferentes. Por un lado, la conversión y el almacenamiento de energía electroquímica están ganando atención como tecnologías de energía limpia y renovable, a través de celdas de combustible o baterías de metal-aire. Por otro lado, la ORR también puede ser vital para la generación in situ de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) con grandes implicaciones para los procesos de remediación ambiental. Este carácter dual se basa en las dos rutas diferentes (4 electrones o 2 electrones) que podría tomar la ORR, que pueden aprovecharse de manera eficiente con un análisis adecuado de la selectividad de la reacción para el diseño de materiales electrocatalizadores. El electrocatalizador convencional para la ORR es el platino. Sin embargo, su alto costo y su creciente escasez requieren la exploración de materiales alternativos para aplicaciones comerciales. Los materiales basados en carbono, obtenidos a partir de precursores abundantes, representan una alternativa adecuada debido a su bajo costo, conductividad eléctrica con alto grado de grafitización y resistencia a la corrosión. En este trabajo, implementamos la teoría DFT para explicar los mecanismos de reacción que tienen lugar en superficies gráficas con impurificaciones de metales de transición del periodo 4. El sistema modelo es la monocapa de grafeno dopada: $TM - VN_3$, donde TM hace referencia a los diferentes metales de transición utilizados en la monocapa (Fe, Ni, Cu), N representa las especies de nitrógeno piridínico y V las vacancias.

16:30-16:45 **Síntesis y caracterización de nanopartículas de selenio obtenidas mediante ablación láser pulsada de femtosegundos en medios líquidos**

César Augusto Guarín Durán (cesarguarin@xanum.uam.mx), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;

**Luis Guillermo Mendoza Luna (luisgml@xanum.uam.mx), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.*

José Luis Hernández Pozos (*jlhp@xanum.uam.mx*), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;

Luis Escobar Alarcón (*luis.escobar@inin.gob.mx*), Departamento de Física, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares;

Emmanuel Haro Poniatowski (*haro@xanum.uam.mx*), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;

En este trabajo reportamos la síntesis de nanopartículas (NP's) de selenio en diversos solventes a través de la técnica de ablación láser en líquidos (PLAL). Se utilizó un oscilador láser de modelo Vitara (Coherent) que produce pulsos de 24 fs, 800 nm y una energía de 1-7 nJ por pulso a una frecuencia de repetición de 80 MHz. Las NP's fueron creadas utilizando un blanco de selenio de alta pureza sumergido en agua desionizada y en hexano (grado HPLC). Los tiempos de irradiación fueron de 1-45 minutos. Las NP's fueron dispersadas uniformemente en la solución y mostraron un color rojizo debido a la excitación del plasmón de superficie característico de las partículas coloidales monoclinicas de selenio. El color observado también depende de la duración del proceso de ablación y del solvente utilizado. Las muestras fueron caracterizadas por TEM, UV-Vis y espectroscopía Raman. Las imágenes TEM muestran la presencia de NP's con tamaños de 5-200 nm. Las mediciones EDS revelaron la presencia de solamente tres picos en 1.41, 11.22 y 12.49 keV, lo que indica la presencia de selenio de alta pureza. Los espectros UV-Vis mostraron un máximo de absorción en 242 nm, que se atribuye al plasmón de superficie de las NP's de selenio y es indicativo de NP's pequeñas. La espectroscopía Raman mostró la presencia de dos bandas en 233 y 250 cm^{-1} , lo cual indica la estructura cristalina de las NP's sintetizadas.

16:45-17:00 Cesium Antimony Iodide thin films: A lead free Perovskite as Zero Biased Photodetectors Bindu Krishnan (*krishnan.bindu@uanl.edu.mx*), Cochín University of science and technology; Sanal Kozhiparambil Chandran (*sanal.kozhiparambilch@uanl.edu.mx*), Cochín University of science and technology; David Avellaneda Avellaneda (*david.avellaneda@uanl.edu.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México UNAM; Sadasivan Shaji (*sadasivan.shaji@uanl.edu.mx*), Cochín University of science and technology; Manuel García Méndez (*manuel.garciamd@uanl.edu.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Marco Uriel Rodríguez Hernández (*uriel.rodriguezhrnd@uanl.edu.mx*), Universidad autonoma de nuevo leon; *Varshika Puthan Veedu Sasidharan (*varshika.puthan@uanl.edu.mx*), Universidad autonoma de nuevo leon; *Expositor.

Organic-inorganic hybrid lead halide perovskites have gained scientists' interest over the last decade due to their outstanding optoelectronic properties. However, their commercialization is severely limited due to their ecological volatility and hazardous character. Research towards low-cost, low-toxic and highly stable lead-free halide perovskite has sparked interest in this circumstance. To replace Pb as an adjacent element, group VA metals (antimony (Sb) and bismuth (Bi) halide perovskites and their derivatives with varied valance states are employed. Cesium antimony iodide ($\text{Cs}_3\text{Sb}_2\text{I}_9$), an antimony-based inorganic perovskite derivative, is explored in this research. For zero biased photodetector applications, it has several intriguing features. This work discusses the crystal structure, morphology, optical properties, and optoelectronic characteristics of cesium antimony iodide perovskite synthesized via iodization of $\text{CsCl-Sb}_2\text{S}_3$ layered structures produced by spin coating CsCl on chemically bath deposited Sb_2S_3 . The structural and morphological studies on the films formed at different iodization times showed hexagonal structured (P63/mmc) $\text{Cs}_3\text{Sb}_2\text{I}_9$ thin films with uniform surface coverage. Analysis of optical absorption spectra determined a direct band gap of 2.05 eV. These films were photoconductive and exhibited photodetection characteristics even without any bias voltage. Further, stability of the self-powered photodetectors were examined. We also evaluated the behavior of $\text{Cs}_3\text{Sb}_2\text{I}_9$ thin films deposited on n-ZnO coated glass substrates. Our findings show that the self-powered $\text{Cs}_3\text{Sb}_2\text{I}_9$ photodetectors can be useful in a wide range of applications, including fiber optic communication systems, process control, environmental monitoring, safety and security, and military. We'll also provide some important insights concerning the materials' future challenges.

17:00-17:15 Black TiO₂ nanoparticles by 1064 nm laser irradiation in liquid Sadasivan Shaji (*sshajis@yahoo.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Bindu Krishnan (*bindufime@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; David Avellaneda Avellaneda (*david.avellaneda@uanl.edu.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Gracia Pinilla (*miguelchem@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Claudia Rosa Santiago Ramírez (*clau.santiagor@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Pooja Raveendran Nair (*pooja.raveendran@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

The recent discovery of modified titanium dioxide (TiO₂) has triggered intense research interests worldwide for a wide variety of applications such as photocatalysis, charge storage, solar cells etc. Here, we report the synthesis of black titanium dioxide nanoparticles by pulsed laser irradiation in water using an infrared (IR) laser output (1064 nm, Nd:YAG; 10 ns, 10 Hz) in water for the first time.

Currently, white (untreated) titania is unfeasible for practical visible light applications owing to an optical bandgap of 3.1 eV. The laser irradiation of white TiO₂ resulted in modified structure, morphology, and optical properties. Also, the analysis of composition, chemical states present, and morphology shows deviations from those of unmodified titania, which can lead to an enhanced visible light absorption for the material. The results of characterizations such as Scanning Electron Microscopy (SEM), Transmission Electron Microscopy (TEM), Optical and Band Gap measurements as well as X-Ray Diffraction (XRD), Raman Spectroscopy and X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) will be presented. Furthermore, the adaptability of the newly formed material for visible light applications will be evaluated and conferred.

17:15-17:30 Numerical analysis of the influence exerted by the cooling temperature on the formation of MoS₂ nanoparticles in a hydrothermal synthesis Mario Alberto García Ramírez (*mario.garcia@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Orfil González Reynoso (*orfil.gonzalez@cucei.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; *Wendy Liliana Martínez Angeles (*wendylmtz07@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; *Expositor. Barbara Cortese (*barbara.cortese@nanotec.cnr.it*), Univeristà di Roma "La Sapienza"; Gregorio Guadalupe Carbajal Arízaga (*gregorio.carbajal@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

MoS₂ is a TMD family member that can act as a semiconductor. As humans, we interact with and benefit from semiconductors every day. Nanomaterials such as MoS₂ have a wide potential in fields such as optoelectronics, mechanics and electrochemistry. Due to the advances with which humanity has been favoured depend upon being able to control material structure. We synthesize MoS₂ nanoparticles by changing the cooling curve (temperature/time) in order to characterize the synthesis process. The resultant products were characterized by X-ray diffraction, Infrared Spectrophotometer, scanning electron microscope and UV-visible spectrophotometry. Once the data was collected, we perform a numerical analysis that allow us to know how time/temperature (cooling) affects the nanoparticle formation as well as the MoS₂ morphology. The importance of this work lies on the information that brings to us the data through numerical analysis. It will help us to improve one of key aspects of nanomaterials, synthesis as well as high reproducibility rate with a rentable yield.

17:30-17:45 El efecto de la rugosidad en la respuesta óptica de nanopelículas de plata: simulación numérica Ana Lilia González Ronquillo (*anagr@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física Luis Rivera Terraza - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Valentín García Vázquez (*lema@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física Luis Rivera Terraza - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Jorge Alberto Polito Lucas (*jorge.polito@alumno.buap.mx*), Instituto de Física Luis Rivera Terraza - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Durante los últimos años, el estudio de la respuesta óptica de distintos materiales se ha estudiado intensamente. Es conocido que, tanto en películas delgadas como en nanopartículas, la respuesta óptica obtenida es considerablemente diferente a la del material en bulto. Esta peculiar característica es de interés para posibles aplicaciones en distintas áreas. En el caso de películas delgadas metálicas por debajo de 100 nm, a medida que el espesor disminuye, la relación espesor/rugosidad comienza a ser relevante en el estudio de las propiedades ópticas. La combinación de ambos factores, disminución del espesor y rugosidad, produce un confinamiento local (rugosidad) y global (película delgada) de los electrones libres o de conducción. Este confinamiento modifica drásticamente las propiedades ópticas del material: reflexión, transmisión y absorción. Utilizando la aproximación del dipolo discreto (DDA), en este trabajo se estudia la influencia de la rugosidad en la respuesta óptica de nanopelículas de plata mediante simulación numérica. Modelamos la topografía de películas rugosas empleando patrones de diferentes geometrías y alturas de los picos. Para los cálculos, se utilizó la función dieléctrica de la plata en bulto reportada por Gong et al., 2014. Por ejemplo, para una película de 50 nm de espesor, observamos que a mayor altura de los picos de rugosidad se presenta una menor reflectancia. Cuando se emplean en la simulación numérica patrones de rugosidad tipo "canal de riego", se visualiza una diferencia en los espectros ópticos si se utiliza luz polarizada linealmente tipo S y tipo P. También se presentan resultados preliminares de películas ultradelgadas de plata.

17:45-18:00 Difusión de fullerenos en ambiente acuoso *Alexis Tepale Luna (*atepale@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor. Minerva González Melchor (*minerva@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Los fullerenos son estructuras moleculares compuestas por átomos de carbono que fueron descubiertas en 1985, la más famosa de ellas es el C₆₀ conocido como buckminsterfullereno. La molécula tiene las propiedades de potencial adhesivo y la capacidad para penetrar membranas celulares, las cuales pueden aprovecharse en el tratamiento de aguas residuales o en la industria farmacéutica, sin embargo el C₆₀ presenta una baja solubilidad en agua. Para obtener una mejor solubilidad se sustituyen algunos átomos de carbono de la estructura por alguna molécula u otro elemento. Al día de hoy no existe una teoría confiable para explicar el comportamiento de los fullerenos

y sus derivados en varios solventes, sin embargo podemos hacer uso de las herramientas computacionales para abordar este problema. En este trabajo analizamos el fenómeno de autodifusión del fullereno C_{60} y heterofullerenos desplazándose en ambiente acuoso; para ello hemos realizado simulaciones de dinámica molecular mediante el software Gromacs. Hemos calculado el desplazamiento cuadrático medio de las moléculas y, usando la relación de Einstein, hemos determinado su coeficiente de autodifusión para distintas temperaturas y concentraciones. Observamos que, a medida que los fullerenos se desplazan

estos se atraen entre sí formando cúmulos. Este proceso se ralentiza si aumentamos la temperatura del sistema o bien si reducimos la concentración, asimismo observamos que el coeficiente de difusión aumenta con la temperatura y disminuye cuando la concentración es mayor. También encontramos que para tiempos mayores al régimen balístico, el desplazamiento cuadrático medio no necesariamente presenta un comportamiento lineal con el tiempo. Los autores agradecen al Laboratorio Nacional de Supercomputo del Sureste de México por los recursos computacionales y la asistencia técnica para desarrollar este trabajo.

Óptica
Salón Fuego (B)

08:30-09:00 **Medición bidimensional de temperatura en compuestos poliméricos dopados con tierras raras por medio de técnicas de microscopia fluorescente** *Israel Rocha Mendoza (irocha@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;*

Rubén Darío Cadena Nava (rcadena@cnyu.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Jacob Licea Rodríguez (jlicea@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Juan Hernández Cordero (jhcordero@iim.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Dannareli Barron Ortiz (dbarron@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.*

El dopaje de materiales con elementos de tierras raras como el Erblio (Er³⁺) y el Yterbio (Yb³⁺), mejora las propiedades de luminiscencia de los materiales, como consecuencia de la fluorescencia inducida por un proceso de conversión ascendente. Para el caso de materiales co-dopados con Er³⁺ /Yb³⁺ la eficiencia en la excitación de la fluorescencia se incrementa considerablemente y, además, el espectro de emisión fluorescente posee bandas de energía térmicamente acopladas, por lo que dichos materiales se pueden utilizar como sensores de temperatura utilizando la razón de intensidades de fluorescencia (FIR, por sus siglas en inglés) de dichas bandas acopladas. La FIR ha sido utilizada exitosamente para medir la temperatura en células de una manera remota o bien para la fabricación de sensores de temperatura. No obstante, la obtención de la FIR radica en una medición puntual del espectro de fluorescencia mediante el uso de espectrómetros, con los cuales se obtiene la intensidad de cada una de las bandas acopladas. Esto inevitablemente imposibilita una medición bidimensional de la temperatura, a menos que se escanee la muestra. En este trabajo se muestran dos metodologías experimentales para medir la distribución bidimensional de la temperatura en medios sensores compuestos por polidimetilsiloxano dopado con Er³⁺ e Yb³⁺ (PDMS-Yb³⁺/Er³⁺). Se demuestra que esto es posible mediante la adquisición de imágenes de la fluorescencia de conversión ascendente (FCA) para medir directamente, o mediante un cálculo aritmético, la razón de intensidades (FIR); esto es, empleando únicamente una cámara (monocromática o a color) sin la necesidad de utilizar un espectrómetro.

09:00-09:15 **Metalente para iluminación homogénea** **Ivan Moreno Hernandez (imorenoh@uaz.edu.mx),*

*Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Las metalentes permiten controlar con facilidad la luz, lo cual es muy útil en óptica de iluminación. En este trabajo desarrollamos un método para diseñar metalentes que colecten la luz de un LED e iluminen de manera uniforme. El método está basado en un algoritmo que mapea la luz de una fuente puntual hasta la superficie iluminada. Usando la ecuación de refracción de metasuperficies y el algoritmo de mapeo, se obtiene un conjunto de ecuaciones diferenciales de primer orden cuya solución da el perfil de fase de la metalente que ilumina de manera homogénea.

09:15-09:30 **Transparencias plasmónicas inducidas en un sistema metafotónico integrado** *Ricardo Téllez Limón (rtellez@cicese.mx), CONACYT-CICSE Unidad Foránea Monterrey;*

Rafael Salas Montiel (rafael.salas_montiel@utt.fr), Université de Technologie de Troyes;

Maximino Luis Arroyo Carrasco (marroyo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Fernando López Rayón (fernando.lopezrayon@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los sistemas metafotónicos integrados combinan metamateriales plasmónicos con guías de onda dieléctricas para el control de luz con el fin de reducir las pérdidas ópticas inherentes en los metales a escalas nanométricas. El diseño y estudio de estos sistemas híbridos fotónico-plasmónicos es de gran interés debido a sus potenciales aplicaciones en dispositivos tipo "lab-on-a-chip". En años recientes, diferentes estudios han demostrado la manipulación de luz mediante la excitación evanescente de plasmones de superficie localizados (PSL) en nanopartículas (NPs) metálicas integradas a guías de onda fotónicas. Para las plataformas de guiado se han empleado diversos materiales, entre los que destaca el Nitruro de Silicio (Si₃N₄), material que permite guiar luz en un amplio ancho de banda espectral que va de los 400 nm a los 2350 nm, además de ser compatible con metales nobles. En este trabajo se demuestra numéricamente la generación de ventanas de transparencia en el espectro de transmisión de un sistema metafotónico integrado que consiste en dos NPs metálicas completamente embebidas en el núcleo de una guía de onda multimodo de Si₃N₄. El eje mayor de las NPs se alinea con las líneas de campo eléctrico de los modos TE₀ y TE₁ de la guía de onda para excitar resonancias dipolares y cuadrupolares en las NPs. Además, en función de la separación de las NPs, es posible inducir ventanas de transparencia en el espectro de transmisión de los modos guiados. Para el modo TE₀, la ventana de transparencia se debe al análogo plasmóni-

co del fenómeno conocido como transparencias inducidas electromagnéticamente. Para el modo TE₁, la ventana de transparencia es debida al acoplamiento fuerte entre las NPs, fenómeno conocido como efecto Autler-Townes. Este análisis contribuye al entendimiento de las ventanas de transparencia plasmónicas, abriendo nuevas perspectivas en el diseño de dispositivos integrados para aplicaciones en comunicaciones, detección y filtrado de señales ópticas.

10:00-10:30 Monocapas de nano-partículas núcleo-capa depositadas en un sustrato de forma desordenada *Esther Ramírez Meneses (esther.ramirez@ibero.mx), Universidad Iberoamericana Ciudad de México;*
Luis Enrique González Sánchez (mcigluis@hotmail.com), Universidad Iberoamericana Ciudad de México;
**Gesuri Morales Luna (gesuri.morales@ibero.mx), Universidad Iberoamericana Ciudad de México; *Expositor.*

Proponemos el uso de una técnica óptica basada en una configuración de reflexión interna junto con el uso de nanopartículas (NP) núcleo-capa (NC) con potenciales aplicaciones a sensores ópticos. Se mostrará un modelo teórico combinando expresiones analíticas obtenidas de la solución de Mie junto con un modelo analítico de reflexión coherente de luz basado en la teoría de esparcimiento múltiple. Los materiales de las NPs que se presentarán son de paladio-platino, en la configuración núcleo-capa. Se mostrarán teóricamente los cambios en la reflectancia óptica como función del ángulo de incidencia y longitud de onda al modificar los parámetros como son el tamaño de la NP núcleo-capa, tanto el radio del núcleo y radio de la capa; incluyendo la fracción de cubierta de la monocapa. Además, se hablará de la influencia de la polarización en la reflectancia y las diferencias que existen en la reflexión. Se mostrarán los primeros resultados de la síntesis de las NPs-NC, obtenidas a partir de precursores organometálicos Pt₂(dba)₃ y Pd(dba)₂; (dba=dibencilideneacetona) en medio orgánico (tetrahidrofurano), así como las primeras mediciones preliminares de las monocapas que permitirán validar el modelo de reflectancia óptica.

10:30-10:45 Nuevos métodos de iluminación en terapia fototérmica plasmónica *Mario Enrique Álvarez Ramos (enrique.alvarez@fisica.uson.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora.;*
**Eduardo Ortiz Rascón (eduardo.ortiz@fisica.uson.mx), CONACYT - Universidad de Sonora.; *Expositor.*

La terapia fototérmica plasmónica (PPTT por sus siglas en inglés) consiste en la elevación de la temperatura en una región localizada del tejido biológico, provocando una afectación metabólica en la zona tratada que puede contribuir a un resultado clínico satisfactorio. Para lograr el incremento de temperatura la PPTT propone el uso de nanopartículas que al ser iluminadas absorben fuertemente la luz incidente, provocando el calentamiento del medio circundante, el fenómeno detrás de esta alta absorción es conocido como resonancia de plasmón de superficie. Si

bien la selección de las nanopartículas adecuadas es un factor muy importante en una PPTT exitosa, el método de iluminación juega un papel igualmente relevante. Diversas técnicas se han propuesto para la iluminación de los tejidos biológicos en PPTT, algunas fuertemente invasivas, en este trabajo abordamos los resultados de dos propuestas de irradiación que hemos experimentado recientemente en maniqués ópticos: la PPTT mediante el uso de haces estereotácticos, con potencial en el tratamiento de tumores intersticiales; y por otro lado la PPTT mediada con luz solar directa y difusa, con potencial en el tratamiento de lesiones superficiales.

Óptica
Salón Fuego (B)

10:45-11:00 Modeling a Complex Hamiltonian with an Hermitian one *Braulio Misael Villegas Martínez (misalo15@hotmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA;*
Wilmer Contreras Sepúlveda (wilmer13194@gmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA;
Jeshua Emmanuel Hernández Pérez (emmanuel.hernandez@susu.inaoep.mx), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA;
Néstor Lozano Crisóstomo (nestor.phys@hotmail.com), Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Unidad Torreón.;
Julio Cesar García Melgarejo (j_cesar_gm@hotmail.com), Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Unidad Torreón.;
**J. Javier Sánchez Mondragón (delta_dirac@hotmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; *Expositor.*

One of the most active research areas is that of PT symmetry complex Hamiltonians. However, those complex Hamiltonians are an approximation and their interplay with nonlinearities has not been explored. Beer's law, an exponential decay, is an excellent description of the propagation for a weak pulse in an absorbing medium (1-2). The medium can be described by a collection of ground state Two Level Atom (TLA) interacting with the pulse through a dipole coupling. A thorough analysis, by McCall Hann [3], described that Beer's law is just a fraction of a more complex behavior as described by the Area Theorem, with stable point described by $n2\Pi$ (area) Solitons. Assuming an inverted medium (TLA in the excited state), we can describe the early exponential growth of an amplifier, but with $(2n+1)\Pi$. Lets notice that we usually read the area theorem for an amplifier as a negative time, there in the $(2n+1)\Pi$. Our introduction (4) of the Cross Cavity Jaynes Cummings (XJCM) model and its semi classical Cross Cavity Bloch Model counterpart, either one a first for all the JCM variations, allowed us to explore the creation of simultaneous 2Π soliton in a 2 absorb an TLA compositior medium. We explore in this work the balanced

Under, critically and over damped/gain of 2TLA medium at the beam's intersection. References [1] C.M. Bender and S. Boettcher, Real spectra in non-Hermitian Hamiltonians having PT symmetry, Phys. Rev. Lett.80, 5243 (1998). [2] C.M. Bender, S. Boettcher, and P. N. Meisinger, PT-symmetric quantum mechanics, J. Math. Phys.40, 2201 (1999). [3] S. L. McCall and E. L. Hahn, Self-Induced Transparency, Phys. Rev., vol. 183, no. 2, pp. 457-485, Jul. 1969. [4] J. C. García-Melgarejo, N. Lozano-Crisóstomo, P. Rodríguez-Montero, and J. J. Sá

Materia Condensada y Nanotecnología **Salón Fuego (B)**

16:00-16:15 **Medición del efecto de interacción dipolar en arreglos de nanopartículas mediante una nueva transformación de curvas FORCS** *Azdrubal Lobo Guerrero (azdlobo@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;*
Jesús Hazael García Gallegos (j_hazael@hotmail.com), Universidad Tecnológica de San Juan del Río;
Javier Cabal Velarde (javier.cabal.velarde@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato;
**Juan Manuel Martínez Huerta (jmmh.mgn@gmail.com), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.*

Las First Order Reversal Curves o FORCs es el método señalado como el más completo para caracterizar muestras magnéticas mediante magnetometría. Se trata de un protocolo de medición de numerosas curvas (del orden de 200) en el interior del ciclo de histéresis. Tras una transformación numérica de los datos de dichas curvas se obtienen los llamados Diagramas FORCS que prometen la obtención de la distribución de campos coercitivos de las partículas libre de interacción y el propio parámetro de interacción de la muestra. En este trabajo se presenta una nueva propuesta para tratamiento de datos para obtener no sólo los parámetros representativos de la muestra sino presentar la distribución de la interacción dentro de la muestra que no es capaz de obtenerse mediante el procedimiento estándar. Esta nueva metodología permite eficientar al máximo la técnica de caracterización magnética mediante dichas curvas de tal forma que no es necesaria la redundancia de datos, lo cual es sumamente importante dado que por diversos factores tanto logísticos como por la naturaleza de la propia muestra, no siempre es factible realizar numerosas mediciones. La validez de la metodología está respaldada tanto por simulaciones y trabajo teórico, así como la equivalencia de los parámetros medidos mediante otras técnicas distintas a la magnetometría. La importancia de este trabajo radica en que tras la apropiada identificación de parámetros se puede extrapolar a otros sistemas histeréticos distintos a los magnéticos y cuyos ciclos de trabajo son mucho más reducidos que para la histéresis magnética.

16:15-16:30 **Teselaciones en materiales bidimensionales basados en Ftalocianinas.** *José María Duran*

Toribio (josemaria@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Alipio Gustavo Calles Martínez (calles@unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Roxana Mitzayé Del Castillo Vázquez (roxanadelcastillo@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo exploramos los materiales bidimensionales basados en moléculas de ftalocianina. La molécula de ftalocianina se utiliza como ladrillo para la construcción de nuevos materiales bidimensionales. En particular, las moléculas de ftalocianina se pueden colocar en cada vértice o compartiendo bordes para formar teselados. Las teselaciones disponibles están restringidas a las simetrías cuádruples propias de las moléculas de ftalocianina y pueden ser una mezcla con varios polígonos para aumentar el número de posibilidades. De manera computacional, los teselados populares utilizados son los mosaicos de Arquímedes, pero muchos otros esperan ser descubiertos y bien estudiados. Nosotros proponemos la construcción de una teselación Arquímediana para la construcción de materiales bidimensionales organometálicos. Las superficies organometálicas creadas se basaron en ftalocianinas dopadas con Co, Cu, Ni, Pd y Zn. Se prueba su estabilidad y su alta deslocalización electrónica. Estos nuevos materiales presentan muchas aplicaciones interesantes como la captura y almacenamiento de gases de efecto invernadero y dispositivos electrónicos moleculares.

16:30-16:45 **Síntesis de nanopartículas de TiO₂ dopadas con nitrógeno y decoradas con puntos cuánticos de perovskita CsPbBr₃ para su aplicación en una celda solar.** *Tzarara López Luke (tzarara@umich.mx), UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO;*

Isaac Zarazúa Macías (isaac.zarazua@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara en Lagos de Moreno;

Hazael Ociel Ramírez Ferreira (1650843c@umich.mx), UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO;

**Ma. Del Socorro Aguilar Hernández (shamj21@gmail.com), UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Expositor.*

El trabajo expone la síntesis de nanopartículas esféricas de TiO₂ dopadas con nitrógeno y decoradas con puntos cuánticos de perovskita para su aplicación en una celda solar. Las nanopartículas dopadas se sintetizaron mediante un método sol gel y los puntos cuánticos fueron sintetizados por un método de inyección coloidal en caliente. La celda solar se fabricó empleando el método de aspersión pirolítica (spray pyrolysis) y recubrimiento por centrifugación (spin coating) para el depósito de las películas delgadas. Los sólidos obtenidos se caracterizaron por espec-

troscopía ultravioleta-visible (UV-vis), difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB). Las mediciones fotovoltaicas se obtuvieron utilizando un simulador solar Oriel para el cálculo de la eficiencia de la celda solar. Los espectros de absorción UV-vis coinciden con los informados para puntos cuánticos de perovskita. El análisis por MEB reveló nanopartículas con morfología esférica en un rango de tamaño de 60 a 100 nm y puntos cuánticos con forma de cubo de un tamaño promedio de 12 nm. Para confirmar la estructura cristalina de los productos preparados, se realizó análisis de difracción de rayos X indicando la fase anatasa en TiO₂ y fase cúbica en los puntos cuánticos.

16:45-17:00 **Nanopartículas de Ag/Pt y Ag/Au producidas por ablación láser en líquidos** *Alejandro Crespo Sosa (*crespo@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Juan Gabriel Morales Morales (*morales@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Brenda Lizeth Pérez García (*bren_perez@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Samuel Sánchez Torres (*samuel67@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Es conocido que los materiales en dimensiones nanométricas presentan propiedades diferentes a las que presentan los mismos materiales en bulto, por lo que el estudio de diferentes métodos de fabricación de nanoestructuras ha sido de gran interés por varias décadas. La posibilidad de formar coloides con nano aleaciones diferentes a los que se forman de acuerdo a los diagramas de fase correspondientes es particularmente atractiva para obtener materiales con nuevas propiedades químicas y físicas de manera controlada. El sistema Ag/Au se caracteriza por una alta solubilidad en su fase centrada en las caras, mientras que el sistema Ag/Pt tiene una brecha importante de no miscibilidad con una fase intermedia. En este trabajo presentamos la caracterización de nanopartículas bimetalicas de Ag/Pt y Ag/Au obtenidas a partir de la ablación de películas de 100 nm de espesor sumergidas en agua o en ethanol. Los pulsos láser tienen una duración de 6 ns y una fluencia mayor a 0.5 J/cm² sobre una área de 35 mm². Bajo estas condiciones de irradiación, las películas alcanzan la temperatura correspondiente de fusión por varios nanosegundos, mientras que el líquido se evapora por varios cientos de nanosegundo hasta una distancia de 50 nm aproximadamente. Por medio de microscopía electrónica de transmisión de alta resolución (HRTEM) se obtuvieron las distribuciones de tamaño, las formas y las estructuras cristalinas predominantes. Este trabajo es financiado principalmente por DGAPA-UNAM (IN108921).

17:00-17:15 **Superconductividad con simetría p , quiral y no quiral, en campo magnético** *César Gabriel Galván Peña (*cesar.galvan@uaslp.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Luis Antonio Pérez López (*lperez@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Efraín Ruíz Alvarado (*era.maya.98@gmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

La superconductividad quiral es un fenómeno cuántico en el que un superconductor no convencional elimina los nodos en la brecha superconductora desarrollando espontáneamente un momento angular y reduciendo su energía libre. En este trabajo desarrollamos las ecuaciones de Bogoliubov-de Gennes para superconductividad tipo p quiral y no quiral a partir del modelo de Hubbard extendido en presencia de campo magnético. Se obtuvo el estado de vórtices de superconductores tipo II y se calculó el calor específico en función de la temperatura y la intensidad de campo magnético externo. Nuestros resultados muestran que para el caso quiral el calor específico no obedece una ley de potencias como lo hace el caso no quiral debido a la presencia de nodos en la brecha superconductora. Además, notamos que el efecto se hace más fuerte cuando el campo magnético aumenta. Este estudio podría ser de gran interés para la computación los fermiones de Majorana los cuales se piensa que podrían estar en los vórtices de superconductores tipo p .

17:15-17:30 **Cálculo de interacciones de vaciado para mezclas binarias de esferas duras en fracciones de llenado cercanas a la transición vítrea** *César Alejandro Báez (*cesar.baez@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencias Químicas, Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En un sistema complejo en el que algunas de las partículas tienen tamaños mucho mayores que el resto, se presentan atracciones entre las partículas más grandes debido a la diferencia de presiones que se produce cuando dos partículas grandes se acercan y previenen que las partículas más pequeñas ingresen a la región entre las partículas grandes. A esta atracción se le conoce como fuerzas de vaciado. Las fuerzas de vaciado para bajas densidades se modelan con un potencial efectivo, el potencial Asakura-Oosawa. En este trabajo extendemos este potencial hacia altas densidades, cerca de la región de la transición vítrea, por medio de un método semi analítico que solo requiere dos transformadas de Fourier numéricas. Para densidades en la región que se observa una fase fluida en un sistema de 2 especies de esferas duras se muestra que el potencial efectivo reproduce las funciones de distribución por pares para la especie de mayor tamaño. Finalmente analizaremos los alcances y deficiencias del método cerca de las fracciones de llenado donde se supone que existe una transición vítrea,

para esto se comparan los resultados de la estructura en simulaciones dirigidas por eventos de esferas duras con simulaciones de dinámica browniana de un sistema que interactúa con el potencial efectivo.

17:30-17:45 TRATAMIENTOS HÍBRIDOS Y NANOESTRUCTURADOS PARA LA CONSOLIDACIÓN DE MATERIALES PÉTREOS

José Antonio Guerra Contreras (ja.guerra@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Jorge Armando Cervantes Jauregi (jauregi@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

J. Merced Martínez Rosales (mercedj@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Eulalia Ramírez Oliva (eraoliva@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Gilberto Álvarez Guzmán (g.alvarez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Paola Denisse Falcon (p.falcon@ugto.com), Universidad de Guanajuato;

**Esmeralda Lizet Martínez Piñero (esmeraldamartinez@ciencias.unam.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Los microorganismos, el cambio climático y las condiciones ambientales son algunos de los factores que deterioran las piedras que conforman nuestro Patrimonio Cultural. Para mitigar estos daños, se crean tratamientos consolidantes multifuncionales compatibles que cumplan con diferentes tipos de protección. Uno de los más comunes son los basados en TEOS, pero su alta rigidez y craquelado durante el proceso de hidrólisis y condensación, lo descartan como un tratamiento a largo plazo. Para contrarrestar esto, el grupo de Química y Tecnología del Silicio de la Universidad de Guanajuato ha modificado la estructura de TEOS a través de una reacción química de transesterificación entre el TEOS y etilenglicol, con la finalidad de volverlo soluble en agua y compatible con otras sustancias que aportan flexibilidad y facilidad de formación de película. Esto ha dado como resultado la formulación alcoxisilano glicosilado (THEOS), que es mezclado con quitosano para obtener una formulación híbrida THEOS-quitosano. Esta sustancia es transparente, homogénea, con actividad antimicrobiana que ayuda a disminuir el biodeterioro, además de incrementar la dureza en materiales pétreos como el caliche y la cantera. Otros tratamientos consolidantes desarrollados por este grupo han sido las nanopartículas de Hidróxido de Calcio e hidroxapatita con tamaños promedio menores a los 10 nm, los cuales son obtenidos a partir de la combustión de cascarnes de huevo. Estas nanopartículas han sido aplicadas en mármol y caliche arqueológico, incrementando su dureza y la cohesión de su superficie sin modificar su estética. Agradecimientos CONACYT-México (Proyecto 284510, Beca Posdoctoral

CVU 132061), Fondo Sectorial de Investigación para la Educación y Universidad de Guanajuato – DAIP (Guanajuato, México).

17:45-18:00 Comparación de métodos químicos y métodos amigables con el ambiente de síntesis y reducción de óxido de grafeno.

Juan Carlos Martínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Karla Arely Rodríguez Magdaleno (karelyrod@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

María José Morán Reyes (mm.r6043@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Saulo Hernández Valdivia (hsaulo99@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Flavio Manuel Nava Maldonado (flavionava@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

El primer nanomaterial considerado bidimensional es el grafeno, el cual ha sido objeto estudio las últimas décadas debido a sus propiedades como dureza, conductividad, capacidad de adsorción etc. Existen diversos estudios teóricos sobre las propiedades del grafeno, ubicándolo como unos de los nanomateriales bidimensionales con amplia expectativa en usos y aplicaciones, como lo son, el recubrimiento de materiales, remediación ambiental, fotocatalisis, energías renovables, así como en biomedicina en el desarrollo de prótesis o transporte de medicamentos. El estudio principal de estos materiales son sus propiedades fisicoquímicas de manera teórica, por lo que existe interés generalizado en demostrar las investigaciones teóricas con lo experimental. El grafeno es un material que su síntesis no es trivial por la metodología, además de generar costos elevados de producción y alta generación de residuos, por tal motivo el presente trabajo ha enfatizado en la comparación de métodos de síntesis y reducción de óxido de grafeno tales como métodos químicos y por otro lado métodos amigables con el ambiente con el único fin de seleccionar el método que brinde mejor rendimiento y menos contaminante. La metodología utilizada para obtención de óxido de grafeno fue el método hummers modificado así como también eliminando el uso de nitrato de sodio para evitar la emisión de gases tóxicos en la oxidación del grafito, en cuanto a los métodos de la reducción se utilizaron dos métodos químicos con dos agentes reductores distintos, borohidruro de sodio así como hidracina, de igual manera dos métodos amigables con el ambiente en el primero la reducción se realizó mediante ebullición exclusiva-mente y por otro lado con ácido ascórbico ya que no es un agente considerado contaminante. Los rendimientos obtenidos por medio de métodos de síntesis y reducción química fueron del 50% mientras que para los métodos amigables con el ambiente fueron del 75%.

Óptica

Salón Fuego (B)

[08:30-09:00] Solitones, pulsos similares al ruido de longitud de onda dual síncrona y simple y regímenes híbridos de un láser de fibra dopado con tulio Baldemar Ibarra-Escamilla (baldemar@inaoep.mx), INAOE;

Luis Alberto Rodríguez-Morales (beto7500@hotmail.com), INAOE;

Jared Alaniz Baylon (alaniz.baylon@gmail.com), INAOE;

Miguel Bello-Jimenez (miguel_bello@hotmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, UASLP;

Olivier Pottiez (pottiez@cio.mx), CIO;

Adalid Ibarra-Garrido (adalid.ibarra@inaoep.mx), INAOE;

*Manuel Durán Sánchez (manueld@inaoep.mx), INAOE; *Expositor.

En un láser de fibra dopado con tulio con amarre de modos pasivo dentro del régimen de dispersión anómalo, se demuestran experimentalmente solitones convencionales, híbridos (pulsos similares al ruido y solitones), así como regímenes de pulsos similares al ruido conmutables de una sola longitud de onda y sincrónicos de doble longitud de onda. Al ajustar adecuadamente las PC, podemos cambiar entre solitones convencionales a regímenes de pulso similares a ruido híbridos y de longitud de onda simple o dual. Con suficiente potencia de bombeo y mediante ajustes manuales de polarización, se puede observar el amarre de modos de arranque automático a 1996 nm. Con una potencia de bombeo de 2,5 W, se obtiene un amarre de modos estable con una potencia de salida de 86 mW. Al generar el estado de solitón convencional, se observan bandas laterales de Kelly debidas a la interferencia espectral de ondas dispersivas. Manteniendo la potencia de la bomba en 2,5 W pero con una modificación del ajuste de polarización, podemos cambiar a cinco regímenes diferentes que involucran pulsos similares al ruido con envolvente cuadrada.

Óptica

Salón Fuego (B)

[09:00-09:15] Implementación de una micro-válvula tipo Y usando una microburbuja generada y manipulada fototérmicamente José Gabriel Ortega-Mendoza (jose.ortega@upt.edu.mx), Universidad Politécnica de Tulancingo;

*Arturo Guzmán Barraza (arturo.guzman.1731025@upt.edu.mx), Universidad Politécnica de Tulancingo; *Expositor.

En este trabajo se presentan los resultados experimentales de la implementación de una micro-válvula tipo Y, usando como obturador una microburbuja de vapor de etanol. La microburbuja es generada y controlada fototérmicamente usando luz láser $\lambda = 1550$ nm a través de una fibra óptica monomodo 9/125 μm . Previamente usando la técnica de fotodeposición se inmovilizaron nanopartículas de plata en la punta de esta fibra óptica. Las nanopartículas absorben la energía de los fotones que viajan a través de la fibra óptica, originando un incremento de temperatura alrededor de la punta. Cuando se alcanza el punto de ebullición en el etanol se inicia el nacimiento de una microburbuja. El láser es apagado cuando el diámetro de la microburbuja alcanza un tamaño aproximado de 500 μm dentro de una cavidad rectangular donde será manipulada. El bloqueo de las salidas 1 y 2 de la micro-válvula se realiza encendiendo y apagando el láser con una potencia menor a la usada en la generación de la microburbuja, esto evita el nacimiento de una nueva microburbuja. Inicialmente, cuando el láser se encuentra apagado la microburbuja se desplaza hacia arriba debido a la fuerza de flotabilidad, esta acción permite el bloqueo de la salida 1. En caso contrario, cuando el láser se enciende se genera un gradiente de temperatura que induce el movimiento de la microburbuja hacia la punta de la fibra óptica para bloquear la salida 2 (en dirección contraria a la fuerza de flotabilidad) debido al fenómeno de Marangoni. La manipulación de una microburbuja dentro de una micro-válvula es de gran importancia ya que este dispositivo se podría utilizar en aplicaciones médicas, industriales, científicas, entre otras.

[09:15-09:30] Cálculo de la Masa de Sistemas Biológicos Mediante Pinzas Ópticas Holográficas Ber-

nardo José Luis Arauz Lara (arauz@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Rodrigo Velez Cordero (jrvelez@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Orlando Villegas Sánchez (orlando.avs.25@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Noe Zamora Romero (noe.zamora.r@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Este trabajo presenta un estudio sobre el cálculo de la masa de estructuras biológicas mediante un arreglo de pinzas ópticas holográficas. Se funcionalizaron macromoléculas biológicas con micropartículas de poliestireno, se atraparon en una trampa óptica generada por las pinzas ópticas holográficas y se observa su movimiento en el eje z para ver cómo éstas micropartículas se depositan en un sistema “cuasi 1D”. Con las trayectorias obtenidas del proceso de

sedimentación en estado estacionario, se calculó la masa de las micropartículas a través de la distribución de Boltzmann para sistemas en equilibrio, luego de estos cálculos se derivó la masa de los componentes biológicos. Hemos logrado estimar la masa de partículas y macromoléculas de ácido hialurónico en el rango de cientos de femtogramos. Los resultados experimentales concuerdan con los cálculos teóricos tanto para partículas solas como funcionalizadas.

Óptica

Salón Fuego (B)

10:00-10:30 Estudio de Metalentes Dieléctricas Multicapa Iván Moreno Hernández (*imorenoh@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

*José Carlos Basilio Ortiz (*jc_atlet_3000@hotmail.com*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Las metasuperficies están compuestas por arreglos de sub-longitud de onda de meta-átomos o nanoresonadores, los cuales se encuentran sobre una interfaz, cuya función principal es desplazar localmente la fase de la luz incidente. Estos dispersores imparten una fase diferente a la luz transmitida en función de su tamaño y geometría, cuando estos dispersores se encuentran en un arreglo en una metasuperficie estos pueden moldear un frente de onda con la forma deseada. Las respuestas (amplitud y fase) de estos meta-átomos son dependientes de la longitud de onda, lo cual se observa en la dispersión cromática. Es bien sabido que la distancia focal de una metalente decrece con el incremento de la longitud de onda, lo cual genera una dispersión opuesta comparada con las lentes refractivas convencionales. En este trabajo, se presenta un estudio por medio de simulaciones de diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD, por sus siglas en inglés) de metalentes con perfil de fase hiperbólico, formadas por dispersores cilíndricos multicapa. Las multicapas son construidas alternando materiales con índices de refracción alto (α -Si) y bajo (GaN). De esta forma, se muestra que estos dispersores multicapa mejoran algunas propiedades de la metalente, tales como la transmisión y la reducción de la relación de aspecto de los pilares para lograr un control de la fase de 2π . También estudiamos la dispersión cromática de varias metalentes simuladas con diferentes números de capas.

10:30-10:45 Sensor de micro-desplazamiento basado en cavidad bicónica en fibra óptica Sheila Elvira Bazavilvazo Azua (*sheilaazua@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Romeo De Jesús Selvas Aguilar (*romeo.selvasag@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Abraham Antonio González Roque (*ag_roque@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Daniel Toral Acosta (*toralacostadaniel@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se presenta un dispositivo sensor de micro desplazamiento en el rango 20-250 micrómetros basado en una cavidad bicónica en fibra. Dicho dispositivo se fabricó mediante etching con ácido fluorhídrico al 40% sobre dos extremos de fibra óptica fotosensible (aprovechando el contenido de dopante de Germanio en el núcleo), debido a que dicho ácido corroe más rápidamente la zona dopada del núcleo que la del cladding, se obtiene una estructura cónica hueca en cada extremo. Tras una exposición de 8-12min se lograron diferentes profundidades de erosión (150 a 400 micrómetros, para posteriormente empalmarlos y lograr así la estructura hueca. Mediante el uso de una fuente de luz en el rango de 940 - 1100 nm y una montura de traslación lineal, se aplicó tensión sobre la fibra con el hueco y se midió el espectro óptico de salida. Con base en las mediciones, se determinó un corrimiento lineal en todo el rango de medición resultando una sensibilidad de 0.013nm/micrómetro, lo cual lo vuelve apropiado para alguna aplicación en donde se requiera medir micro desplazamiento.

10:45-11:00 Sensor de índice de refracción basado en múltiples resonancias de plasmones de superficie en una fibra óptica en forma de H Erick Reyes-Vera (*erickreyes@itm.edu.co*), INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO;

Camilo Alejandro Rendon-Restrepo (*camilorendon1995@gmail.com*), INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO;

Juan Esteban Usuga-Restrepo (*jeur13@hotmail.com*), INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO;

*Nelson Dario Gomez-Cardona (*nelsongomez@itm.edu.co*), INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO; *Expositor.

En este trabajo se presenta el estudio numérico del acople de la luz entre el núcleo de una fibra óptica microestructurada en forma de H y dos microcintas metálicas. La sección transversal de la fibra óptica está formada por un núcleo sólido y dos agujeros verticales ubicados de forma simétrica respecto al eje horizontal de la fibra óptica. Sobre la superficie de uno de estos agujeros y en la región cercana al núcleo descansan las dos micro-cintas metálicas con dimensiones nanométricas. La influencia de la variación de los parámetros geométricos y ópticas sobre las características principales del espectro de transmisión de la estructura fueron estudiadas. Esta configuración presenta múltiples resonancias debido al acople de los modos de la fibra óptica y los diferentes modos de plasmon excitados en la interfase entre las microcintas y la sustancia acuosa. Finalmente, el uso de esta estructura como sensor de índice de refracción fue también analizado en términos de los principales parámetros desempeño, relación señal a ruido (SNR), sensibilidad (S_n) y figura de mérito (FOM)

Física Atómica y Molecular
Salón Fuego (C)

08:30-09:00 **Estudios de excitación auto-heterodina en H₂O usando un láser de cascadeo cuántico y cavidades ópticas** Olmo Gonzalez Magaña (*olmo@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Jesus Reyes Martín (*jesus@icf.unam.mx*), Facultad de Ciencias;

Guillermo Gerardo Bustos Maya (*gbustos@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM;

*Antonio Marcelo Juarez Reyes (*amjuarez@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; *Expositor.

El láser de cascada cuántica de cavidad externa (EC-QCL) se ha convertido en una importante fuente de radiación en la porción de IR medio (3 μ a 20 μ m) del espectro electromagnético. Los EC-QCL se han empleado con éxito en una variedad de estudios espectrales para diferentes aplicaciones, como el monitoreo atmosférico y ambiental, la detección de trazas de explosivos y el análisis del aliento humano, entre otras aplicaciones. En el presente trabajo, utilizamos un EC-QCL Uber Tuner, pulsado y ampliamente sintonizable con un rango de emisión en el IR medio sintonizable de 6,9 a 8,7 μ m para llevar a cabo estudios de excitación auto-heterodina de la molécula de H₂O a diferentes presiones. Este fenómeno ocurre cuando se hace interactuar un pulso con un barrido de frecuencia rápido con un sistema resonante cuya escala de tiempo característica de relajación del sistema resonante excitado es del orden del pulso. Un modelo simple del proceso autoheterodino se obtiene si se considera que el pulso original, que viaja a través de la cavidad, se suma linealmente con el pulso retardado producido por la muestra molecular, lo que da lugar a patrones de interferencia temporal en la señal detectada, si se llena con el gas de muestra[4]. Un análisis más completo de este proceso requiere el análisis de un sistema cerrado de dos niveles interactuando con un campo de barrido, en términos de las ecuaciones ópticas de Bloch. Este fenómeno ocurre cuando se hace interactuar un pulso con un barrido de frecuencia rápido con un sistema resonante. En el presente trabajo reportamos señales autoheterodinas dependientes de la presión producidas en la celda de Herriot por la absorción resonante de vapor de agua en la cavidad correspondiente a una transición rotación-rotación J-J' en el estado fundamental vibracional del H₂O. Se presentarán tanto los modelos del proceso así como los detalles instrumentales como la física asociada con este fenómeno transitorio dependiente del tiempo.

09:00-09:15 **Espectro de la Ecuación no Lineal de Schrödinger para un pozo de potencial cuadrado**

doble Remigio Cabrera Trujillo (*trujillo@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Ricardo Méndez Fragoso (*rich@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La Ecuación No Lineal Schrödinger (ENLS) representa de forma efectiva un condensado de Bose-Einstein. El confinamiento de éste cambia sus propiedades y se puede realizar a través del potencial, mismo que puede representar impurezas dentro de una guía de ondas, campos magnéticos, o una estructura óptica. En esta contribución se muestra el comportamiento del espectro de la ENLS para dos pozos de potencial cuadrados separados por una distancia D . Se hace un análisis de la interacción de las componentes del condensado en cada uno de los pozos como función de la distancia y la capacidad de confinamiento de cada uno de éstos. Se hace especial énfasis en el análisis del comportamiento en el estado base y los primeros estados excitados, ya que en este contexto no hay superposición de estados en la descripción completa del sistema. Cabe mencionar que dicho análisis también constituye uno de los primeros estudios sobre la interacción de dos condensados gobernados por la ENLS en una guías de ondas con soluciones analíticas.

09:15-09:30 **Ionización de un ion molecular de hidrógeno en colisiones con un antiprotón** *Colver Emanuel De La Cruz Roman (*colver.roman@gmail.com*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Remigio Cabrera Trujillo (*trujillo@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;

En este trabajo, estudiamos la colisión de un antiprotón y un ion molecular de hidrógeno utilizando métodos numéricos tales como el método de Diferencias Finitas y el de Crank-Nicolson ya que con ellos podemos hacer evolucionar en el tiempo la dinámica de los sistemas aplicando el operador de evolución temporal. Debido a que los protones y su antipartícula son relativamente pesados podemos aproximarlos como partículas clásicas y solamente tratar al electrón de manera cuántica. Esto nos ayuda a reducir la complejidad del sistema. Sumado a ello, es necesario implementar una función de enmascaramiento para poder estudiar los canales de ionización debido a que el antiprotón y el electrón se describen en una caja numérica. Reportamos la sección transversal de ionización considerando trayectorias rectilíneas y núcleos fijos dentro del rango de energías de 1 a 1000 keV para diferentes orientaciones del blanco molecular. Finalmente comparamos los resultados obtenidos con otros métodos y datos experimentales.

Agradecemos el apoyo del proyecto DGAPA-PAPIIT IN-111-820

10:00-10:30 Incremento universal de la ionización ATI independiente de la longitud de onda *Louis Franklin Dimauro (dimauro.6@osu.edu), The Ohio State University;*

Pierre Agostini (clamat27@gmail.com), The Ohio State University;

Kenneth Schafer (kschafe@lsu.edu), Louisiana State University;

Cosmin Blaga (blaga@phys.ksu.edu), Kansas State University;

Kenneth Talbert (talbert.48@osu.edu), The Ohio State University;

**Abraham Camacho Garibay (camachogaribay.1@osu.edu), The Ohio State University; *Expositor.*

Above threshold ionization (ATI), uno de los descubrimientos fundacionales de la física de campos fuertes, es un proceso multifotónico en el cuál un electrón absorbe más fotones que el mínimo requerido para ser ionizado. El modelo semiclásico de tres pasos, donde los electrones son considerados partículas clásicas que siguen trayectorias bien definidas conforme se propagan a través del campo después de ser ionizados por tunelamiento, ha sido capaz de explicar exitosamente las características principales observadas en los espectros de fotoelectrones. Sin embargo, se han observado fenómenos adicionales que no pueden ser explicados por modelos semiclásicos, tales como el incremento en la emisión en regiones intermedias del espectro ATI de hasta un orden de magnitud mayor observadas con respecto a cambios relativamente pequeños en la intensidad máxima del pulso laser. Con la ayuda de pulsos láser de longitud de onda variable en el espectro visible, descubrimos la existencia de intensidades dominantes. Estas son intensidades particulares capaces de producir un aumento significativo en la tasa de ionización mientras que al mismo tiempo producen señales distintivas y dominantes en el espectro observado. Estas características incluyen la aparición de un incremento en el rendimiento a energías intermedias alrededor de $6U_p$ (que requieren de un evento de rescattering), adicionalmente mostrando un tren de picos de ATI cuyas posiciones permaneces estables incluso después de aumentar aún más la intensidad. Una vez que las intensidades dominantes han sido identificadas para diferentes longitudes de onda, tanto la teoría como el experimento muestran que un espectro universal es obtenido cuando los espectros individuales se expresan respecto a su correspondiente energía ponderomotiva. Esto es válido no solo para diferentes longitudes de onda sino también para múltiples átomos y potencialmente incluso moléculas.

10:30-10:45 Estructura hiperfina usando el vector de Laplace-Runge-Lenz **Freddy Jackson Poveda Cuevas (jacksonpc@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Francisco Javier Cárcamo Verde (carcamoverdef@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

Ana Karen Cuervo Montiel (kaaaren@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

Alejandra Del Río Lima (alejandra-delrio@outlook.com), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

El espectro discreto del átomo de hidrógeno respeta una simetría dinámica tipo $SO(4)$, la cual se puede descomponer en subgrupos que obedecen el álgebra de momento angular. La estructura algebraica nos permite formular una base estrechamente relacionada con las propiedades de la función de onda en coordenadas parabólicas. Por otro lado, las propiedades de otros momentos angulares como el espín del electrón y el espín del núcleo se reducen a hacer una adición de momento angular, todas estas contribuciones se conocen como la estructura hiperfina. En este trabajo se exploran las simetrías del problema para analizar la estructura hiperfina atómica usando las propiedades del grupo $SO(4)$ del vector de Laplace-Runge-Lenz. Adicionalmente, se hace un breve análisis del rompimiento de la simetría asociado cuando el átomo se encuentra en presencia de campos eléctricos y/o magnéticos.

10:45-11:00 Procesos de ionización en colisiones de un antiprotón con un átomo de hidrógeno *Remigio Cabrera Trujillo (trujillo@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**César Enrique Terán Cisneros (cesarteran44@gmail.com), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se estudia la dinámica de la colisión entre un antiprotón y un átomo de hidrógeno resolviendo la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo con el método de diferencias finitas implementando la aproximación de Crank-Nicolson. Debido a las cargas del antiprotón proyectil y del electrón, la interacción entre estas partículas será descrita a través de un potencial coulombiano repulsivo, dando lugar al posible proceso de ionización donde el electrón es expulsado hacia el continuo. El electrón del átomo blanco se describe cuánticamente, mientras que el núcleo del blanco (el protón) y el antiprotón proyectil se tratan como partículas puntuales clásicas. Se reporta la sección eficaz de ionización en la colisión $\bar{p}+H$ implementando paredes absorbentes mediante funciones de enmascaramiento. Los resultados obtenidos concuerdan bastante bien con otros modelos teóricos en el rango de energía de colisión de 0.1 keV a 1000 keV , así como con mediciones experimentales. Agradecemos el apoyo del proyecto DGAPA-PAPIIT IN-111-820.

***Estado Sólido
Salón Fuego (C)***

16:00-16:30 Avances en la preparación de películas delgadas basadas bismuto y sus aplicaciones *Sandra Elizabeth Rodil Posada (*srodil@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El bismuto y sus compuestos tienen un gran potencial de aplicaciones. En fotocatalisis, los semiconductores basados en bismuto presentan brechas ópticas dentro del intervalo del visible que los hace ideales para procesos de producción de hidrógeno como vector energético, la eliminación de contaminantes y la síntesis orgánica. Su síntesis en forma de películas delgadas es atractiva ya que resuelve el gran dilema de la recuperación de los polvos fotocatalíticos durante su aplicación práctica. Además, las películas de bismuto han demostrado ser una alternativa viable para sustituir los electrodos de mercurio en la determinación de iones de metales pesados en agua, es decir, como electrodos para sensores electroquímicos. El presente trabajo resume los logros alcanzados dentro del grupo PLASNA-MAT del instituto de Investigaciones en materiales de la UNAM en la síntesis, caracterización y evaluación de películas delgadas de bismuto y sus compuestos: La evaluación del crecimiento de películas de bismuto y su evaluación como sensores electro-analíticos, así como estrategias para mejorar el límite de detección a través de aumentar el área superficial.

16:30-16:45 Transiciones de fase estructural inducidas por presión hidrostática en Zn_2SiO_4 . Miguel Meléndez Lira (*mlira@fis.cinvestav.mx*), Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional;

César López Monsalvo (*cslm@azc.uam.mx*), División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco;

Arturo Hernández Hernández (*arturo_hernandez@uaeh.edu.mx*), Escuela Superior de Apan, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Dante Alfaro Flores (*al2163806275@azc.uam.mx*), División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco;

*Alberto Rubio Ponce (*arp@azc.uam.mx*), División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; *Expositor.

En este trabajo presentamos las propiedades electrónicas y estructurales del Zn_2SiO_4 . La energía total como función del volumen de la celda se calculó asumiendo once estructuras cristalinas hipotéticas: $R\bar{3}$, $I\bar{4}2d$, $Im\bar{3}m$, $Pbca(1)$, $Pbca(2)$, $Pnma(1)$, $Pnma(2)$, $P2_1/c$, $Cmcm$ y $Fddd$, sometidas a una presión hidrostática de hasta 100 GPa. Todas las estructuras fueron relajadas y completamente optimizadas, los resultados fueron ajustados con la ecuación de estado de Birch-Murnaghan de tercer orden. Los cálculos se realizaron dentro del marco de la Teoría del Funcional de la Densidad, utilizando el método de ondas planas aumentadas y linealizadas con potencial completo implementado en el código Wien2k. Hemos incluido en nuestro estudio la aproximación de gradiente genera-

lizado de Pedew, Burke y Ernzerhof para el término de intercambio-correlación

16:45-17:00 Estudio del Sistema Eléctrico Nacional de México para proponer un sistema de almacenamiento magnético superconductor SMES. Daniel Chávez Valenzuela (*dchavezmagnetlab@gmail.com*), General Electric Healthcare, Florence, South Carolina, USA;

Jesús Madrigal-Melchor (*jmadrin@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Marco Antonio Ortiz Villicaña (*noreply@email.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Yemby Yahaida Huamani Tapia (*yajaida995@outlook.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En México la demanda energética está incrementando cada año. Este incremento y los retos por conservar el medio ambiente, han obligado a las centrales eléctricas a incrementar el uso de las energías renovables, disminuyendo así el uso de combustibles fósiles. Las fuentes de energías renovables como la fotovoltaica y la eólica no suministran energía de manera continua y algunas veces, no están a su máxima capacidad cuando la demanda lo requiere. Por consiguiente, se necesita un sistema de almacenamiento capaz de almacenar grandes cantidades de energía que satisfagan la demanda máxima. En este trabajo proponemos diseñar un sistema de almacenamiento magnético superconductor (SMES) usando Cable in Conduit, el cual podrá almacenar hasta 20 MJ de energía, el cual podrá entregar la energía en todo momento que la demanda lo requiera. Para ello realizamos un análisis sobre el estado actual del parque eléctrico nacional que tiene México, cómo ha crecido la demanda, el consumo, la capacidad y la generación energética, para poder determinar la energía que se requiere almacenar para ser utilizada en las horas de alta demanda o cuando no proporcionen energía a su máxima capacidad. Los resultados muestran que el parque eléctrico de México requiere un sistema de almacenamiento en estas tres regiones, occidental, central y norte. Realizando un estudio a la demanda máxima se llega a la conclusión que se requiere un sistema de almacenamiento de 2 GW para ser utilizado en los meses de verano. Además, se realizó un estudio a la generación de energía durante un año, el cual arroja que se requiere almacenar una energía de 11 TJ, para producir una energía continua y constante en el tiempo.

17:00-17:15 Efecto de la deformación mecánica sobre el magnetismo inducido por impurezas en nanoestructuras de grafeno Romeo De Coss (*romeo.decoss@cinvestav.mx*), Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida;

Lilia Meza Montes (*lilia@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física Luis Rivera Terrazas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Juan Hernández Tecorralco (jhdztecorralco@gmail.com), Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida; *Expositor.

Los sistemas magnéticos de baja dimensionalidad son atractivos para su investigación debido a sus posibles aplicaciones en tecnologías cuánticas emergentes. Particularmente, el magnetismo inducido por impurezas en grafeno y sus nanocintas ha sido un campo de estudio bastante activo durante los últimos años. Además, para su aplicación es importante contar con métodos de control de sus propiedades, tal es el caso de la deformación mecánica, la cual ha mostrado ser una técnica de modulación efectiva de la estructura electrónica y del magnetismo en diferentes sistemas. En este trabajo, presentamos un estudio del efecto de la deformación mecánica sobre el magnetismo inducido por impurezas en grafeno y sus nanocintas, realizado a través de cálculos de primeros principios. Para contrastar el efecto de la dimensionalidad y analizar el impacto de la deformación sobre el magnetismo inducido por impurezas, estudiamos la hoja de grafeno y dos nanocintas de borde zig-zag de diferente ancho con impurezas substitucionales de fósforo, las cuales inducen una fase magnética en cada caso. El magnetismo es resultado de una inestabilidad electrónica por la presencia de una banda angosta al nivel de Fermi. El efecto de la deformación mecánica muestra que en la hoja de grafeno es posible inducir una transición de fase magnética bajo deformación biaxial, mientras que, la deformación uniaxial permite modular ligeramente el momento magnético en la región de deformación elástica. Para las nanocintas de borde zig-zag, la deformación uniaxial induce una transición de fase magnética cuya transición depende del ancho de la nanocinta. Estos resultados muestran la relación directa entre las propiedades estructurales y el magnetismo en nanoestructuras de grafeno con impurezas de fósforo. Los autores agradecen al Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS) por los recursos computacionales brindados. Este trabajo fue apoyado por el Conacyt, a través del proyecto No. 288344.

17:15-17:30 Estados inducidos de impureza en el potencial químico en cristales fotónicos 1D dieléctrico-grafeno Jesús Madrigal Melchor (jmadrim@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia-Universidad Autónoma de Zacatecas;

Ireri Aydée Sustaita Torres (ireri.sustaita@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica-Universidad Autónoma de Zacatecas;

David Ariza Flores (david1cool@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

José Samuel Pérez Huerta (jsperez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia-Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Arsenio Sánchez Arellano (asanchezlummat@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz

y la Materia-Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo investigamos la formación y manipulación de estados permitidos creadas por impurezas ópticas de potencial químico en cristales fotónicos 1D dieléctrico-grafeno. La estructura propuesta consta de láminas de grafeno embebidas entre medios dieléctricos isotrópicos, donde se coloca la impureza dentro de cierto número de períodos de celda unitaria. Se calculan los espectros de transmisión de las ondas electromagnéticas incidentes empleando el formalismo de la matriz de transferencia; además, la conductividad óptica del grafeno se emplea teniendo en cuenta tanto las contribuciones intra como interbanda. Encontramos que este tipo de impurezas ópticas en cristales fotónicos 1D con grafeno inducen la formación de estados permitidos en la región de banda prohibida de baja frecuencia o gap producido por el grafeno. Lo anterior es debido al rompimiento de la periodicidad en la celda unitaria que conforma el cristal fotónico unidimensional, además, estos estados se pueden ajustar mediante los valores del potencial químico en las láminas de grafeno en la impureza, así como el número de láminas de grafeno de dicha impureza

17:30-17:45 Comportamiento de la temperatura de Curie en el sistema Sr_2FeMoO_6 dopado con La Oracio Navarro Chávez (navarro@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Francisco Estrada Chávez (festrada@im.unam.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Los materiales medio metálicos son de gran relevancia tanto en la ciencia como en la tecnología debido a sus aplicaciones en la espintrónica. El sistema Sr_2FeMoO_6 (SFMO) es un material ferromagnético medio metálico con una temperatura de Curie (T_C) alrededor de 450K y una polarización total. En este trabajo, reemplazamos iones divalentes de Sr por iones trivalentes de La, modificando los electrones de conducción en el SFMO, lo cual cambia las propiedades electrónicas y magnéticas del compuesto. En particular, discutiremos los efectos del dopaje en la T_C . Introducimos un modelo electrónico a partir de la técnica de las funciones de Green y el método de expansión de perturbaciones renormalizadas, donde los espines localizados del Fe y los electrones de conducción del Mo interactúan vía un mecanismo de doble intercambio. Consideramos, además, la correlación electrónica dentro de la aproximación de campo medio dinámico.

17:45-18:00 Estudio de las propiedades termoeléctricas de $AgBi_3S_5$ y $AgBi_3Se_5$ por métodos de primeros principios. Felipe Roman Puch Ceballos (frpuch@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Tomas Santillan Gomez (tomas.santillan@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Las propiedades electrónicas y termoeléctricas se calcularon para los materiales termoeléctricos $AgBi_3S_5$ y $AgBi_3Se_5$, utilizando Density Functional Theory (DFT) y el reciente programa BoltzTraP2 para el cálculo de los coeficientes de transporte de manera semi-clásica. El objetivo es determinar las propiedades termoeléctricas de $AgBi_3S_5$ y $AgBi_3Se_5$ resolviendo la ecuación de transporte de Boltzmann. Estos materiales son prometedores para la ciencia de los materiales, debido a que presentan muy buenos valores en la figura de mérito (ZT). Para el cálculo de la DEE se utilizó el método de primeros principios LAPW+lo. El potencial Tran-Blaha mo-

dificado Becke-Johnson (TB-mBJ) de 2009 se utilizó para el potencial de intercambio-correlación. El estudio de las propiedades electrónicas muestran que la DEE total de $AgBi_3S_5$ y $AgBi_3Se_5$ son parecidas cerca a la energía de Fermi. El coeficiente de Seebeck, la conductividad eléctrica, la conductividad térmica y ZT de $AgBi_3S_5$ correspondieron con los resultados experimentales. Mientras que $AgBi_3Se_5$ presenta mejores valores de ZT en el rango de temperaturas de 500 a 800 K, debido a que en este rango de temperaturas este material presenta un mejor coeficiente de Seebeck. El valor más alto para ZT fue de 0.441 para $AgBi_3Se_5$ a la temperatura de 800 K.

Física Atómica y Molecular
Salón Fuego (C)

08:30-09:00 **Estudios de Dinámica Molecular y Mecánica Molecular/Área Superficial Poisson-Boltzmann entre proteína E de Chikungunya y fármacos de la FDA** Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Facultad de Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Claudia O. Mendoza Barrera (*cmendoza@fcfm.buap.mx*), Facultad de Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@fcfm.buap.mx*), Facultad de Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Andrés Reyes Chaparro (*andresreyes@fata.unam.mx*), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México;

*Aldo Yair Tenorio Barajas (*aldoyair.tenoriobarajas@viep.com.mx*), Facultad de Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El reposicionamiento de fármacos se ha vuelto un área de gran interés para atender la necesidad de tratamientos contra enfermedades huérfanas que por tener poca población justifican de manera muy somera la inversión requerida para el desarrollo de nuevos fármacos. Por otro lado, el empleo de la bioinformática y los métodos computacionales nos permiten probar in-silico una gran cantidad de potenciales fármacos contra targets específicos. La ventaja del método reside en que estos fármacos los cuales ya se encuentran aprobados requieren de una menor inversión para su reposicionamiento o reutilización contra otra enfermedad, ya se cuenta con ensayos clínicos y de toxicidad por lo que pueden ser un nicho de oportunidad para tratar otras enfermedades distintas para las que se crearon en un principio. En este trabajo se presenta la simulación computacional de la interacción del acoplamiento molecular de la proteína E de Chikungunya virus con dos fármacos de la base de datos de la FDA, los cuales presentaron mejor energía de interacción mediante AutoDock Vina de entre los 1615 fármacos aprobados por la FDA, adicionalmente se corroboró la energía de interacción mediante un modelo en agua empleando el software GROMACS en el clúster de Supercomputo del LNS y se realizó el análisis MM/PBSA el cuál ha mostrado ser un método de simulación de energía libre eficiente y confiable para modelar el reconocimiento molecular como las interacciones de unión proteína-ligando.

09:00-09:15 **Algebraically solvable model for phonon-electron interactions in cycloacene molecules** Emerson Leao Sadurní Hernández (*sadurni@*

ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*David Condado Hernández (*david.condado@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

The intrinsic polygonal symmetry of a cycloacene molecule composed of h benzene rings is utilized to find the normal modes of electronic and vibrational degrees of freedom. A combined basis of electronic localized states and multiple Fock states is employed in an algebraic approach to explore transitions between energy levels of the molecule without rotational bands. Using the interaction picture, the possibility of a photon-phonon conversion process is considered. A criterion for this exchange is given in terms of frequencies, as well as its transition rates.

09:15-09:30 **Primeros estados del átomo de hidrógeno 2D con potencial logarítmico** Daniel Julian Nader (*djulian@uv.mx*), Universidad Veracruzana;

Juan Carlos Del Valle Rosales (*delvalle@ciencias.unam.mx*), ICN-UNAM;

*Jesús Alfonso Segura Landa (*zs17012445@estudiantes.uv.mx*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

Se realiza un estudio de la ecuación de Schrödinger en dos dimensiones para el átomo de Hidrógeno, cuyo potencial logarítmico es solución a la ecuación de Poisson para una carga puntual en el plano. Usando en paralelo métodos variacionales y numéricos se estudiaron los estados más bajos y se obtuvo la menor energía reportada a la fecha. Se introdujo una función de onda compacta para el estudio de átomos hidrogenoides y se propone una función compacta para estudiar átomos tipo Helio.

Física Atómica y Molecular
Salón Fuego (C)

10:00-10:30 **CÁLCULOS DFT PARA ESTADOS ELECTRÓNICOS, DECAIMIENTO ULTRARRÁPIDO Y ABSORCIÓN NO LINEAL DE LUZ EN COLORANTES CATIONICOS** José

Luis Hernández Pozos (*jlhs@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana;

Emmanuel Haro Poniatowski (*haro@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana;

Luis Guillermo Mendoza Luna (*luisgml.2006@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana;

*César Augusto Guarín Durán (*cesarguarin@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

El diseño de nuevos materiales que interaccionan con la luz está cobrando cada vez más importancia al punto que

éstos se han convertido en piezas claves para impulsar el cambio tecnológico que acelerará el arribo de las más avanzadas tecnologías fotónicas [1], como por ejemplo la computación cuántica. En esta charla se hablará acerca de la caracterización óptica de materiales capaces de activarse por uso de luz y de los estados electrónicos involucrados en los procesos de absorción de dos fotones (2PA). Se presentará un panorama actualizado de la foto-física, del decaimiento ultrarrápido de estados electrónicos, y de la caracterización de las propiedades ópticas no lineales de un tipo de materiales llamados cianinas [2-4]. Se usará como caso estudio a la cianina IR780 [5,6], enfatizando sobre las mediciones de 2PA por medio del uso del láser de femtosegundos que está instalado en el laboratorio AT001-UAM [7]. Se mostrarán resultados de las simulaciones de estados electrónicos de la IR780 a nivel DFT y TDDFT y se hablará sobre sus aplicaciones en el control de liberación de fragmentos moleculares. Referencias [1] Gupta, M. C., & Ballato, J. (Eds.). (2018). The handbook of photonics. CRC press [2] Guarín, C. A., J. P. Villabona-Monsalve, López-Arteaga, R., Peon, J. J. Phys. Chem. B 2013, 117(24): 7352-7362. [3] Kasatani, K., Kawasaki, M., & Sato, H. (1984). Short-wavelength fluorescence caused by sequential two-photon excitation of some cyanine dyes: Effect of solvent viscosity on the quantum yields. Chemical physics, 83(3), 461-469. [4] Rehák, V., Novak, A., & Titz, M. (1977). S₂→S₀ Fluorescence of cryptocyanine solutions. Chemical Physics Letters, 52(1), 39-42. [5] Guarín, C. A., Mendoza-Luna, L. G., Haro-Poniatowski, E., & Hernández-Pozos, J. L. (2021). Two-photon absorption spectrum and characterization of the upper electronic states of the dye IR780. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 24.

10:30-10:45 **Estudio en el infrarrojo medio del CH₃OH** Enrique López Moreno (*almlix@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM.; Marcela Dolores Grether González (*mdgg@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM.; *Oliver Franco Jandette Fuentes (*jandette@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM.; *Expositor. Jesús Flores Mijangos (*flores@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

En este trabajo se presenta la medición del coeficiente de absorción así como la sección transversal asociada al proceso de absorción de radiación en el infrarrojo medio de la transición roto-vibracional $n, J_{K_a, K_b} : 0, 29_{1,29} - 1, 28_{0,28}$ del alcohol metílico (CH₃OH) haciendo uso de un láser de CO₂ sintonizable y una celda foto-acústica. El experimento fue realizado a presiones por debajo de 1.0 Torr con una muestra de alta pureza de CH₃OH (99.9%). Dada la buena reproducibilidad alcanzada del barrido del láser de CO₂ fue posible medir la temperatura del vapor, la sección transversal del proceso de dispersión de la luz infrarroja, la corrección a primer orden del efecto anarmónico del octavo modo normal de oscilación de la molécula. Para el éxito de esta serie de medidas fue determinante

calcular la función de distribución roto-vibracional del estado $n, J_{K_a, K_b} : 0, 29_{1,29}$. Se comprueba la validez de la aproximación Born-Openheimer así como constatar que bajo nuestras condiciones experimentales es válida la ley de Beer.

10:45-11:00 **Proceso, características y aplicaciones del recubrimiento de níquel-fósforo no electrolítico en los metales.** *Ismael Espinoza Arias (*ismaelespinoza2020@outlook.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

El recubrimiento de níquel-fósforo no electrolítico, es un proceso químico que deposita una capa uniforme de aleación de este níquelado en la superficie de un sustrato sólido, como lo son los metales. Este proceso conlleva una serie de pasos indispensables para su elaboración, al igual que tiene sus características sobresalientes y un gran número de aplicaciones en la vida cotidiana.

Estado Sólido
Salón Fuego (C)

16:00-16:30 **Estudio de defectos puntuales en nanoestructuras semiconductoras y dieléctricas por la técnica de catodoluminiscencia** *Manuel Herrera Saldívar (*zaldivar@ens.cnyn.unam.mx*), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM; *Expositor.

La catodoluminiscencia (CL) en el microscopio electrónico de barrido (SEM) es una técnica muy eficiente para identificar transiciones electrónicas entre estados generados por impurezas y defectos puntuales en los sólidos cristalinos. En este trabajo se presentan algunos ejemplos de la caracterización de defectos en nanoestructuras de ZnO, SnO₂, GaN, MgO e hidroxiapatita (HAP) usando la CL. Sobre estados generados por impurezas de N en nanocintas de ZnO, hemos reportado transiciones electrónicas entre pares aceptor-donador (DAP) y estados aceptores NO, confirmando su presencia por espectroscopía foto-electrónica de rayos X (XPS). La CL de SnO₂:Mn revela la formación de una emisión de 1.9 eV con variaciones en su intensidad que depende de la densidad de vacancias de oxígeno (VO) presentes en este material. En nanoalambres de GaN dopado con Mn los estudios de CL muestran la formación de emisiones centradas en 2.45 y 2.9 eV asociadas a la presencia de vacancias de galio (VGa), participando en la generación de ferromagnetismo. Hemos encontrado además que la incorporación de Cu en GaN promueve la formación de VGa, que inducen dicha respuesta ferromagnética aún a temperatura ambiente. Así mismo, un estudio de CL en nanopartículas de MgO nos permitió demostrar que las propiedades triboluminiscentes de este material se deben a la alta densidad de centros M (pares de VO). Finalmente, un estudio correlacionado de CL y resonancia paramagnética electrónica (EPR) en nanocintas de HAP reveló la presencia de VO, vacancias de calcio (VCa), y vacancias de oxidrilos (VOH), responsables de la generación de una intensa emisión luminiscente en el rango 1.5 - 4.5 eV.

16:30-16:45 **Corrimiento descendente de fotones en CaSnO_3 dopados con Yb^{3+}** Federico González García (*fgonzalez@izt.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa;

Germán López Pacheco (*exnastral@outlook.com*), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa;

*Isela Padilla Rosales (*ipadilla.rosales@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa;

*Expositor.

Muestras de CaSnO_3 dopadas con Yb se sintetizaron mediante la técnica de complejo polimérico. Los polvos fueron calcinados a 1000 °C por 1 h y a 1300 °C por 2 h y posteriormente caracterizados por difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido y espectroscopías de reflectancia difusa y fotoluminiscente. Los patrones de DRX muestran la presencia de la fase cristalina ortorrómbica, esperada en el compuesto. Los espectros de reflectancia revelan una banda amplia con máximo en 265 nm que se corresponde bien con la transición fundamental de estanato de calcio. Por otro lado, los espectros de excitación, al monitorear la emisión del Yb^{3+} en 996 nm, exhiben una banda en 300 nm para las muestras tratadas a 1000 °C, igualmente compatible con la transición fundamental, apuntando al hecho de la transferencia de energía de la matriz al Yb^{3+} .

16:45-17:00 **Estudio de la formación de minibandas en sistemas de puntos cuánticos de perovskita**

*Rolando Pérez Álvarez (*rpa@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

Carlos Iván Cabrera Perdomo (*civan0709@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Los puntos cuánticos (QDs) de perovskita CsPbI_3 han recibido un interés sustancial en la investigación para aplicaciones fotovoltaicas debido a su mayor eficiencia en comparación con las celdas solares que utilizan otros materiales de QDs y a las propiedades interesantes de las perovskitas. La optimización experimental de estos dispositivos es muy costosa y requiere de mucho tiempo para lograrla. De ahí la importancia de desarrollar modelos que permitan investigar y optimizar estas estructuras que se encuentran actualmente en el centro de las investigaciones en fotovoltaica. En el presente trabajo se investiga la formación de minibandas en sistemas de QDs de CsPbI_3 embebidos en una matriz de éster metílico del ácido fenil-C61-butírico (PCBM). Para los estados de valencia se hace una extensión del método de unión fuerte, sugerido originalmente por Bloch. También se calcula la estructura de bandas de energía para la banda de conducción del arreglo de QDs buscando la solución variacional del hamiltoniano del sistema al estilo Hartree y posteriormente empleando el método de electrones cuasilibres. Finalmente se logra reportar el ancho de las minibandas y el gap efectivo del sistema de QDs de perovskitas, propiedades importantes para modelar la absorción de la estructura.

17:00-17:15 **Efectos de los campos electromagnéticos sobre las propiedades ópticas de una impureza donadora en puntos cuánticos elípticos concéntricos de GaAlAs/GaAs/GaAlAs** *Ricardo León Restrepo Arango (*ricardo.restrepo@eia.edu.co*), Universidad EIA; *Expositor.

Carlos Alberto Duque Echeverri (*cduque_echeverri@yahoo.es*), Universidad de Antioquia;

Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Erika Cecilia Carrillo Trejo (*erika.carrillo@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

David Martínez Vélez (*davidm230200@gmail.com*), Universidad Católica de Pereira;

Sofía Restrepo Vélez (*restreposofia251@gmail.com*), Universidad de Medellín;

Se presentan los cálculos teóricos de las transiciones de energía, los elementos de la matriz de dipolo y la absorción óptica no lineal en puntos cuánticos elípticos concéntricos GaAlAs/GaAs/GaAlAs en presencia de campos eléctricos y magnéticos externos para una impureza donadora. Se investigan los efectos de la geometría de los puntos y el ancho de la estructura de la región de electrones confinados sobre las propiedades ópticas. La región de confinamiento en este punto cuántico corresponde a la región intermedia de los tres puntos cuánticos elipsoides. Los niveles de energía y las funciones de onda del par electrón impureza en la nanoestructura con un potencial finito tipo capa/núcleo/capa, se calculan numéricamente usando la aproximación de masa efectiva y un formalismo numérico para hallar los valores propios a través de métodos de elementos finitos. Los cálculos de las propiedades ópticas se realizan en el marco del enfoque de matriz de densidad compacta y un método iterativo, en función de la energía de los fotones incidentes para diferentes valores de los campos electromagnéticos externos. Los resultados revelan una dependencia significativa de las respuestas optoelectrónicas con las dimensiones de los puntos cuánticos elipsoides, las intensidades de los campos eléctricos y magnéticos aplicados y la posición de la impureza.

17:15-17:30 **Estudio por espectroscopia de impedancia del biocomposito KH_2PO_4 (KDP) / $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (HA)** María Eugenia Mendoza Álvarez (*emendoza@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física “Luis Rivera Terrazas”, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Osmany García Zaldívar (*osmany.garcia@gmail.com*), Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad de La Habana;

*Maritza Iveth Pérez Valverde (*maritza.iveth.perez@gmail.com*), Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

En este trabajo estudiamos el biocomposito KH_2PO_4 (KDP) / $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (HA) para evaluar su conductividad eléctrica. Este se preparó mediante molienda ma-

nual en una relación molar de 1:3. La espectroscopia de impedancia se estudió en un rango de temperaturas y frecuencias de (25-80 °C) y 10 Hz a 1 MHz respectivamente. Se concluye que la resistencia en bulto del composito es superior a la observada en el KDP puro en todo el rango de temperatura estudiado. Los gráficos espectroscópicos de impedancia y módulo eléctrico sugieren que el mecanismo de conducción dominante es probablemente el salto de protones debido a la activación térmica. La expresión empírica de Jonscher confirma el mecanismo de conducción y además determina la frecuencia de salto de protones de 1.21×10^4 Rad at 80°C.

17:30-17:45 **El Efecto Del Desorden sobre las Propiedades De La Magneto-resistencia En Una Superred ferromagnética Del Fosforeno** *Eric Jovani Guzmán (eric-gio@hotmail.com), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos;*

**Outmane Oubram (oubram@uaem.mx), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

El inevitable desorden estructural asociado con la variación de los anchos de las barreras y los pozos, así como las alturas de las barreras en las superredes de materiales 2D, puede afectar considerablemente el transporte electrónico y los fenómenos relacionados. En este trabajo, estudiamos el impacto del desorden estructural en el transporte electrónico y las propiedades de la magneto-resistencia por Túnelamento (MRT) de las superredes de fosforeno (SPF). Se ha utilizado un hamiltoniano efectivo de baja energía para describir los electrones en el fosforeno. Para la obtención de las propiedades de transporte y MRT se

han implementado el enfoque de matriz de transferencia, el formalismo de Landauer-Büttiker. Los resultados muestran que el desorden relacionado con el ancho y alto de las barreras no es equivalente y tiene efecto destructivo sobre la transmisión y la conductancia. Al contrario el desorden estructural beneficia más las propiedades del MRT. Por lo tanto, nuestros resultados indican que en el diseño y fabricación de SPF se requiere un control preciso de la altura de las barreras para tener y preservar buenas propiedades eléctricas y no requiere un control sobre las propiedades del MRT.

17:45-18:00 **Correlación electrónica y pares ligados en la distorsión de Peierls.** *Oracio Navarro Chávez (navarro@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales UNAM;*

*Ernesto Huipe Domratcheva (ernesto.h.957@gmail.com), Instituto de Investigaciones en Materiales UNAM; *Uriel Alberto Diaz Reynoso (udiazr@ciencias.unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales UNAM; *Expositor.*

Analizamos la correlación electrónica para sistemas de dos partículas utilizando el hamiltoniano de Hubbard en la distorsión de Peierls y encontramos una nueva clase de pares ligados repulsivamente. Los pares encontrados tienen un alto grado de localización y se encuentran en una banda con energía $E < 0$ para cualquier valor de $U > 0$. Se describe la versión extendida de la técnica del mapeo con la que se analiza este sistema para reducir la complejidad computacional de $\mathcal{O}(N^6)$ a $\mathcal{O}(N^4)$. Se estudia las condiciones de los parámetros t_S/t_L y U para los cuales las propiedades de esta banda de pares repulsivos serán importantes.

Estado Sólido
Salón Fuego (C)

16:00-16:30 Propiedades mecánicas de nanoaleaciones *Sergio Javier Mejía Rosales (*sergio.mejiars@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Cuando son usadas en aplicaciones de electrónica, catálisis, o nanotecnología en general, es necesario que las nanopartículas metálicas puedan soportar tensiones de forma que los posibles daños irreversibles puedan evitarse o al menos controlarse. La Dinámica Molecular es una herramienta que permite estudiar a nivel atómico el comportamiento mecánico y los procesos de deformación de nanoaleaciones. En este trabajo se mostrarán resultados que muestran cómo la distribución elemental afecta la respuesta mecánica y la dinámica de dislocaciones en nanoaleaciones Pt-Ni. Encontramos que las distancias interatómicas medias y las deformaciones locales, calculadas mediante análisis de fase geométrica, exhiben variaciones lo suficientemente grandes como para ser medidas mediante técnicas experimentales. Caracterizamos la respuesta mecánica de las diferentes nanopartículas tanto en régimen elástico como plástico, encontrando que las fallas de apilamiento generadas por compresión ocurren primero en las regiones ricas en Ni y luego se propagan a las regiones ricas en Pt. Analizamos también la respuesta mecánica a la compresión de nanopartículas de Co-Ni siguiendo la dinámica de dislocaciones y fallas de apilamiento, y el efecto de composición y orientación cristalográfica en la respuesta a la tensión en nanoalambres de Au-Pd.

16:30-16:45 Nonlinear in space temperature distribution and Thermo-E.M.F. in a bipolar semiconductor. *André Siewe Kamegni (*siewekamegni@yahoo.fr*), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto Politécnica Nacional; *Expositor.

Igor Lashkevych (*il32555@gmail.com*), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto Politécnica Nacional;

Yuri G. Gurevich (*gurevich@fis.cinvestav.mx*), Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional;

This study is focused on a new method to determine the thermo-electromotive force (thermo-E.M.F.) of a nondegenerate bipolar semiconductor taking into account recombination heat of nonequilibrium carriers, the nonlinear temperature distribution with respect to position, and the existence of two different quasi-levels of Fermi for electrons and holes. The thermo-E.M.F. depends on both bulk and surface recombination processes, the bandgap, the length

of the sample, and the thermal conductivity. Moreover, it can be equal to its classical expression for particular values of diffusion length, characteristic length related to surface recombination, and the thickness of the sample. The results also show that there are several possibilities to cancel the contribution of the holes on the thermo-E.M.F. by giving specific quantities to the three previous lengths.

16:45-17:00 Omnidirectional THz Mirror on a One-Dimensional Porous Silicon Thermocrystal Betsabe Manzanares Martinez (*betsabe.manzanares@unison.mx*), Universidad de Sonora;

*Jesus Manzanares Martinez (*jesus.manzanares@unison.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

We have designed a thermocrystal that reflects phononic thermal radiation. In the THz range, heat is kinetic energy carried predominantly by phononic vibrations. These mechanical vibrations have wavelengths that produces interferences within the internal interfaces of a phononic crystal. We determined conditions to obtain gaps simultaneously for longitudinal and transverse waves in a porous silicon multilayer. We propose a one-dimensional crystal with an omnidirectional mirror that reflects all phononic vibrations in the THz.

17:00-17:15 Modelo de balance de energía térmica durante la fundición de sales micro-encapsuladas y densidad de energía térmica almacenada cerca del límite isocórico Ernesto Manuel Hernández Cooper (*emcooper@tec.mx*), Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México;

*José Antonio Otero Hernández (*j.a.otero@tec.mx*), Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; *Expositor.

Las sales con altas temperaturas de fusión se utilizan en unidades de almacenamiento de energía térmica, como respaldo en plantas de concentración solar durante los períodos de baja irradiancia. La densidad de energía térmica constituye un parámetro clave para la mejora del factor de planta en la generación termoeléctrica y la disminución de la huella de carbono, mediante unidades de almacenamiento de energía solar. El constituyente básico de las unidades de almacenamiento es un material de cambio de fase de alta temperatura encapsulado en un cascarón esférico para mejorar la velocidad de transferencia de calor y aprovechar el calor latente del material con el fin de incrementar la densidad de energía almacenada. Recientemente se han propuesto aproximaciones de fluido incompresible con distintos métodos de conservación de masa para determinar la energía almacenada durante el cambio de fase en materiales confinados. Otros autores han considerado la compresibilidad del líquido durante el cambio de fase,

pero con modelos que crean masa cuando la transición de fase se lleva a cabo cerca del límite isocórico. En este trabajo se utiliza un modelo de balance total de energía térmica en materiales de cambio de fase confinados y que es consistente con la conservación de la energía térmica en sistemas adiabáticos. La compresibilidad de ambas fases se toma en cuenta mediante una ecuación que conserva correctamente la masa total del sistema, al considerar los cambios de densidad de ambas fases cerca del límite isocórico. Los cambios en el calor latente y la temperatura de fusión se toman en cuenta asumiendo que el cambio de fase se lleva a cabo cerca del equilibrio termodinámico. Finalmente, los cambios de volumen del cascarón durante el proceso de fundición se estiman mediante los cambios de presión estimados con el modelo térmico propuesto y utilizando la aproximación de cascarón grueso elástico isotrópico.

Estado Sólido
Salón Fuego (C)

17:15-17:30 Nanoresonadores como polarizadores de valle *Thomas Stegmann (stegmann@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*
**Walter Sigfrido Ortiz Guerrero (balter20@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

Se presenta el estudio del flujo de corriente en nanoresonadores de grafeno. Se demuestra que este dispositivo se puede utilizar como un filtro y polarizador de valle robusto y eficiente incluso para valores de tensión de la cinta de grafeno entre 0.1 and 1%. Las deformaciones generan un campo pseudomagnético con el que interactúan los electrones. Se observa que el haz de electrones que se inyecta se separa y es desviado o enfocado de acuerdo con la polarización de valle de los electrones (en el valle K o K'). Este dispositivo funciona para haces de electrones balísticos así como para haces muy dispersos y puede usarse como colimador de electrones debido al efecto de enfocamiento. Adicionalmente se muestra que las densidades de corriente se pueden estimar con trayectorias semiclásicas que son una herramienta eficiente para predecir el funcionamiento del dispositivo.

17:30-17:45 Caracterización de microestructura en soldaduras disímiles obtenidas por proceso de soldadura en estado sólido *Moisés Hinojosa Rivera (hinojosamoises@yahoo.fr), Universidad Autónoma de Nuevo León;*
**José Olmos Rincón (joseolmosrincon@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

La soldadura por fricción es un proceso de soldadura de estado sólido convencional que utiliza calor y presión para obtener una unión entre materiales. El calor de fricción se genera con la ayuda del movimiento relativo entre los materiales de trabajo por medio de movimientos de rotación. Esto es sumamente atractivo para la industria automotriz debido a que constantemente buscan nuevas soluciones para reducir el peso de sus vehículos para poder así incrementar la eficiencia del diseño al requerir menores cantidades de energía para funcionar. Esto conlleva diversos retos a nivel metalúrgico debido a las distintas propiedades que presentan tanto el hierro como el aluminio. Para esto se utilizó AA6061-T6 y SAE15B24 para obtener las uniones, en donde se caracterizó la microestructura encontrada adyacente a la interfaz, la zona afectada por el calor y la zona termomecánicamente afectada donde se encontró una pérdida de propiedades mecánicas debido a cambios microestructurales por el lado del acero, pasando de martensita fina a zonas bainíticas y de ferrita libre. Por el lado del aluminio no solo se encontró una disolución de precipitados, sino también zonas de recristalización dinámica del material que se relacionan con la formación de fracturas internas. Además, se caracterizaron compuestos intermetálicos Al₅Fe₂ y AlFe en la zona de la interfaz los cuales generan una unión metalúrgica pero también reducen las propiedades mecánicas de la unión en esfuerzos tensiles.

17:45-18:00 Diseño de un metamaterial elástico quasi-1D con velocidad de grupo próxima a cero **Bryan Manjarrez Montañez (manjarrez.br@gmail.com), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; *Expositor.*
Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM;

La búsqueda de fenómenos físicos inexistentes en los materiales naturales conlleva a diseñar materiales modernos mediante el acoplamiento de celdas unitarias con el fin de crear potenciales aplicaciones tecnológicas. A estos arreglos periódicos se les conoce como metamateriales o cristales artificiales. Se propone la construcción de un metamaterial elástico quasi-1D cuya velocidad de grupo sea cercana a cero mediante el acoplamiento perturbativo de celdas unitarias cuadradas. Se muestran los resultados numéricos obtenidos en COMSOL Multiphysics de las diferentes estructuras de bandas en función del cambio de los parámetros de la celda unitaria. Los resultados son de un metamaterial infinito y un metamaterial finito de 36 celdas unitarias. Obteniendo una velocidad de grupo de 50 m/s, siendo esta sólo el 1% de la velocidad del sonido en guías de onda elásticas que es del orden de los 5000 m/s.

Partículas y Campos
Salón Fuego (C)

[08:30-09:00] La fascinante historia de la regularización dimensional: un punto culminante de la física latinoamericana *Wolfgang Peter Bietenholz (*wolbi@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.

La física moderna describe a las partículas elementales por medio de la teoría cuántica de campos. Sin embargo, cálculos con este formalismo llevan a una gran cantidad de divergencias. Por lo tanto es necesario un método para regularizarlos. Hace medio siglo que se estableció un esquema sorprendente para esta regularización: se hacen cálculos en " $4 + \epsilon$ dimensiones espacio-temporales", y al final se toma el límite a nuestro espacio y tiempo en 4 dimensiones. Este método causó una revolución en la física de partículas, que resultó en el famoso Modelo Estándar. Muchas personas hacen referencia a esta "regularización dimensional", e incluso la aplican, sin saber que su historia comenzó en América Latina, precisamente en La Plata, Argentina.

Partículas y Campos
Salón Fuego (C)

[09:00-09:15] Materia Oscura Multipartita Alejandro González Sánchez (*alejandro.gonzalez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;
María Catalina Espinoza (*m.catalina@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;
Myriam Mondragón Ceballos (*myriam@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;
*Mississippi Valenzuela Durán (*mvalenzuelad@ipn.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se hará un estudio teórico sistemático de la fenomenología de masas y mezclas de neutrinos y leptones cargados. Se obtendrán predicciones para los valores de los ángulos de mezcla θ_{23} y θ_{13} en función de las masas de los leptones cargados. Este estudio se efectuará en el marco teórico de la extensión mínima S_3 invariante del Modelo Estándar. Extendemos el sector de Higgs agregando tres dobletes $SU(2)_L$ y haciendo invariante la teoría respecto de las permutaciones del sabor. Esto es, se tomará la simetría S_3 con cuatro dobletes de Higgs, donde el último es inerte, el cual es nuestro primer candidato a materia oscura. Además el modelo S_3 -4H tiene una simetría Z_2 . Entonces se usará otra simetría Z_2 para el sector de neutrinos derechos y uno de estos no decaera a alguna partícula del Modelo Estándar, dicho neutrino será el segundo candidato a materia oscura del modelo. El neutrino singlete de Majorana S_3 se acoplará a la tercera

generación de leptones, y se calculará la densidad reliquia para compararla con los datos de Planck. Es decir, se hará una comparación sistemática de nuestros resultados con los datos experimentales, y se encontrará si nuestros resultados y predicciones teóricas están o no de acuerdo con los datos experimentales más recientes.

[09:15-09:30] Explorando el límite de la entropía en el límite del disco negro en colisiones pp Iraís Bautista Guzmán (*irais.bautista@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
*Deisy Casas Sánchez (*daisyjonas41@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el límite de muy altas energías el crecimiento de la sección eficaz de las colisiones pp está dominada por la producción de gluones, en donde los datos experimentales en HERA y recientemente datos de LHC, apuntan que debe existir una escala de saturación que prevee la producción de gluones muy rápida. En este trabajo estudiaremos esta propiedad de saturación en el crecimiento de la sección eficaz de las colisiones pp y su dependencia en la escala de entropía de los gluones producidos. Estudiaremos el comportamiento de la entropía en el límite del disco negro, donde esperamos una saturación gluónica.

[10:00-10:30] Producción de extrañeza y formación de un miniplasma de quarks y gluones en colisiones de protones Lucina Gabriela Espinoza Beltrán (*lucinagabrielaespinoza@gmail.com*), Universidad Autónoma de Sinaloa FCFM;
Mario Rodríguez Cahuantzi (*mario.rodriguez@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Eleazar Cuautle Flores (*ecuautle@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México;
*Emma González Hernández (*emma.gonzalez.hernandez.04@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México ICN; *Expositor.

El exceso de muones observados experimentalmente es un enigma en el área de rayos cósmicos, el cual se ha intentado explicar por medio del estudio de producción de extrañeza y por los aceleradores de partículas, la extrañeza también es objeto de estudio ya que su incremento en la producción en colisiones de iones respecto a colisiones de protones, se ha considerado como una señal de producción de un plasma de quarks y gluones. Más recientemente, el incremento en la producción de extrañeza como función de la multiplicidad en colisiones de protones, se ha entendido como posible indicación de la creación de un mini-plasma de quarks y gluones en colisiones de protones. En el presente

trabajo estudiamos las razones de hadrones con extrañeza a piones en función de la multiplicidad de partículas cargadas en colisiones protón-protón a diferentes energías de colisión usando diferentes generadores de eventos, así como su comparación con datos experimentales disponibles. Nuestros resultados muestran que los modelos de la materia hadrónica de los protones colisionando, requieren una mejora para poder explicar los datos experimentales. No obstante, los resultados observados permiten hacer predicciones cualitativas de la producción extrañeza y por tanto son una primera aproximación para estudiar la materia creada en colisiones de protones.

10:30-10:45 **Búsqueda de materia oscura con el detector CMS del LHC del CERN** *Maria Isabel Pedraza Morales (isabel.pedraza@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*
**Nestor Raul Mancilla Xinto (nestor.raul.mancilla.xinto@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Después del descubrimiento del bosón de Higgs en el 2012, surge la necesidad de encontrar nueva física más allá del modelo estándar para resolver las preguntas que continúan sin responderse. Consideramos el modelo de materia oscura llamado mono-Higgs, el cual es un modelo simplificado que consiste de partículas de materia oscura acopladas a un nuevo bosón Z' , el cual podría desintegrarse en un nuevo bosón de Higgs en el sector oscuro. Si este bosón se encuentra en el estado más ligero del sector

oscuro, podría desintegrarse en partículas del modelo estándar, visible como un par de quarks b . En este trabajo nos interesamos en la obtención de los factores de energía de escala provenientes del par de quarks b , necesarios para comparar apropiadamente los eventos de fondo con los datos obtenidos por el LHC durante la Run 2.

10:45-11:00 **Estudio de fluctuaciones globales de temperatura en colisiones pp , pPb y $PbPb$ a energías del LHC** *Irais Bautista Guzmán (irais.bautista@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Fernando Enrique Neri Huerta (fer.neri.h@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Las fluctuaciones de temperatura en las colisiones protón-protón (pp) y de núcleos pesados mantienen información sobre el estado inicial, y nos ayudan a entender el tipo de transición que ocurre en los sistemas creados. Se presenta un estudio de las fluctuaciones de temperatura globales en función de la multiplicidad promedio mediante distribuciones de momento trasverso a escalas de energías del LHC. El análisis se presenta bajo el Modelo de Percolación de Cuerdas de Color (SMP), como una propuesta para las fluctuaciones de momento trasverso y es comparado con las distribuciones Tsallis, dado la exitosa representación con la cual recrean los espectros de momento trasverso para hadrones en colisiones pp .

Astrofísica
Salón Luna (A)

16:00-16:15 **BPM: Un nuevo código Boltzmann+Poisson para simular la formación de la estructura cósmica** Jorge Mastache De Los Santos (*jhmastache@mctp.mx*), Centro Mesoamericano de Física Teórica, UNACH;

Héctor Velázquez (*hmv@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM;

José Octavio Valenzuela Tijerino (*octavio@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM;

*Gabriela Alejandra Aguilar Argüello (*gaguilar@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.

Actualmente existe evidencia observacional sólida de una expansión cósmica acelerada, pero no hay evidencia contundente de que la causa es una nueva componente de energía. Por lo que el establecimiento de cualquiera de las explicaciones para la denominada energía oscura causaría un cambio dramático en nuestra comprensión del Universo en su conjunto. Es por esto que los sondeos de galaxias contemporáneos tienen como propósito mapear la estructura a gran escala del Universo con niveles de precisión altos (errores menores al 1% en la escala de BAO). Sin embargo, para lograr las metas científicas de estos sondeos se requiere de catálogos sintéticos realistas basados en simulaciones numéricas que permitan calcular el crecimiento no-lineal de la estructura cósmica y predigan la dependencia de las cantidades observables en los sondeos con los parámetros cosmológicos. Por lo tanto, resulta importante que las simulaciones tengan la calidad de precisión de las observaciones, y por ende requieren de métodos de cálculo e infraestructura con alta eficiencia en cómputo. En la plática presentaré el código BPM que desarrollé en mi tesis doctoral, el cual resuelve la ecuación de Boltzmann utilizando una aproximación de momentos y técnicas hidrodinámicas de advección. Esta implementación suprime el shot-noise inherente en códigos de N-cuerpos, al simular las estructuras de densidad como medio continuo, y cabe mencionar que lo logra sin necesidad de llegar a los billones de partículas para halos aislados o trillones de partículas para volúmenes cosmológicos. BPM tiene un amplio potencial para estudiar modelos cosmológicos con supresión en el espectro de potencias de inhomogeneidades (p. ej. WDM y ν +CDM). Adicionalmente, BPM tiene potencialmente un valor para explorar espacios de parámetros de cosmologías y la interpretación de observaciones con una combinación de eficiencia y precisión.

16:15-16:30 **Las galaxias rojas de *Herschel* como trazadoras de sobre-densidades en el Universo tem-**

prano Harold A. Peña (*harold.penah@gmail.com*), East Asian Observatory;

Itziar Aretxaga (*itziar@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Jorge A. Zavala (*jorge.zavala@nao.ac.jp*), National Astronomical Observatory of Japan;

*Alfredo Montaña (*amontana@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Desde el punto de vista observacional, la formación estelar y el proceso de ensamblaje de los cúmulos de galaxias siguen siendo inciertos. Esto se debe, principalmente, al número reducido de progenitores de estas estructuras (proto-cúmulos) confirmados a altos corrimientos al rojo ($z > 3$). La identificación de cúmulos a bajo z es relativamente sencilla, ya que presentan una fracción alta de galaxias elípticas y grandes reservorios de gas caliente (medio intra-cúmulo) que puede detectarse como emisión difusa de rayos X o a través del efecto Sunyaev Zeldovich. Se sabe que las galaxias masivas de los cúmulos formaron una fracción grande de su masa estelar en episodios breves de intensa formación estelar a $z > 2$, consistente con el pico de la distribución en z de las galaxias polvorintas formadoras de estrellas (DSFGs). Recientemente se han identificado algunos proto-cúmulos con excesos de DSFGs, demostrando que estas podrían trazar sobre-densidades. Sin embargo, el número de proto-cúmulos confirmados sigue siendo limitado. El censo *Herschel*-ATLAS ($\sim 600 \text{ deg}^2$) es ideal para identificar DSFGs ultra-luminosas rojas ($S_{250\mu\text{m}} < S_{350\mu\text{m}} < S_{500\mu\text{m}}$), las cuales se encuentran preferentemente a $z > 3$. Con el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM) y la cámara AzTEC a 1.1mm, observamos 100 de estas galaxias rojas de *Herschel*, encontrando que una fracción considerable se divide en pares. Además, comparando el número de detecciones robustas ($\geq 4\sigma$) con el esperado de galaxias en campos sin sesgo, medimos un parámetro de sobre-densidad de ~ 5 , sugiriendo que las galaxias rojas de *Herschel* podrían estar asociadas a proto-cúmulos a altos z . Combinando las observaciones de AzTEC/GTM con datos de archivo de SCUBA-2 y ALMA, identificamos una muestra de candidatos a ser proto-cúmulos a $z > 3$, en la época de mayor actividad de formación estelar del Universo y cuando el medio intra-cúmulo se estaba constituyendo.

Astrofísica
Salón Luna (A)

16:30-16:45 **Cosmological Parameters via HII galaxies** Eduardo Telles (*etelles@on.br*), Observatorio Nacional;

Spyros Basilakos (*svasil@academyofathens.gr*), Academy of Athens Research Center for Astronomy & Applied Mathematics;

Jorge Melnick (*jmelnick@eso.org*), European Southern Observatory;

Manolis Plionis (*mplionis@noa.gr*), National Observatory of Athens;

Fabio Bresolin (*bresolin@ifa.hawaii.edu*), Institute for Astronomy, University of Hawaii;

David Fernández-Arenas (*arenas@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Roberto Terlevich (*rjt@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Elena Terlevich (*eterlevi@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Ana Luisa González-Morán (*ana.gonzalez@iac.es*), Instituto de Astrofísica de Canarias;

*Ricardo Chávez Murillo (*r.chavez@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

We present independent determinations of cosmological parameters using the distance estimator based on the established correlation between the Balmer line luminosity, $L(H\beta)$, and the velocity dispersion (σ) for HII galaxies (HIIG). These results are based on new VLT-KMOS high spectral resolution observations of 41 high- z ($1.3 \leq z \leq 2.6$) HIIG combined with published data for 45 high- z and 107 $z \leq 0.15$ HIIG, while the cosmological analysis is based on the MultiNest MCMC procedure not considering systematic uncertainties. Using only HIIG to constrain the matter density parameter (Ω_m), we find $\Omega_m = 0.244_{-0.049}^{+0.040}$ (stat), an improvement over our best previous cosmological parameter constraints, as indicated by a 37% increase of the FoM. The marginalised best-fit parameter values for the plane $\{\Omega_m; w_0\} = \{0.249_{-0.065}^{+0.11}; -1.18_{-0.41}^{+0.45}\}$ (stat) show an improvement of the cosmological parameters constraints by 40%. Combining the HIIG Hubble diagram, the cosmic microwave background (CMB) and the baryon acoustic oscillation (BAO) probes yields $\Omega_m = 0.298 \pm 0.012$ and $w_0 = -1.005 \pm 0.051$, which are certainly compatible –although less constraining– than the solution based on the joint analysis of SNIa/CMB/BAO. An attempt to constrain the evolution of the dark energy with time (CPL model), using a joint analysis of the HIIG, CMB and BAO measurements, shows a degenerate 1σ contour of the parameters in the $\{w_0, w_a\}$ plane.

[16:45-17:00] A spectroscopic study of 14 structures behind Holm15A: Detecting a galaxy group candidate at $z=0.58$. Omar Lopez Cruz (*omarlx@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;

*Hector Javier Ibarra Medel (*hjiibarram@gmail.com*), Universidad de Atacama; *Expositor.

Holm15A hosts one of the most massive black holes ever known. Hence, it is important to characterize any structure within its core to avoid any wrong association with its

central black hole and, therefore, bias any future study. In this work, we present the first identification and characterization of 14 structures hidden behind the surface brightness of Holm15A. We model and subtract the spectral contribution of Holm15A to obtain the spectral information of these structures. We spectroscopically confirm that the 14 objects found are not associated with Holm15A. Ten objects have a well-defined galaxy spectrum from which we implement a fossil record analysis to reconstruct their past evolution. Nine objects are candidates members to be part of a compact galaxy group at redshift 0.5814. We find past mutual interaction among the group candidates that support the scenario of mutual crossings. Furthermore, the fossil reconstruction of the group candidates brings evidence that at least three different merger trees could assemble the galaxy group. We characterize the properties of the galaxy group from which we estimate a lower limit of the scale and mass of this group. We obtain a scale of $>146 \pm 3$ kpc with a dynamical mass of $>3 \pm 2 \times 10^{13} M_\odot$. These estimations consider the lensing effects of the gravitational potential of Holm15A. The other five objects were studied individually. We use public archive data of integral field spectroscopic observations from the Multi-Unit Spectroscopic Explorer instrument.

[17:00-17:15] The formation of low surface brightness galaxies in the IllustrisTNG simulation Bernardo Cervantes Sodi (*b.cervantes@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

*Luis Enrique Pérez Montaña (*le.perezmon09@gmail.com*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.

We select a sample of low surface brightness galaxies (LSBGs) at $z = 0$ over a wide range of stellar masses ($M_* = 10^9 - 10^{12} M_\odot$) drawn from the hydrodynamic cosmological simulation TNG100 of the IllustrisTNG project, to study the nature of these objects. As a population, LSBGs are systematically less massive and more extended than 'normal' high surface brightness galaxies (HSBGs), and display late-type morphologies, consistent with high values of κ_{rot} . At fixed stellar mass, we find that LSBGs have systematically less-massive dark matter halos, and those haloes hosting LSBGs have a higher baryonic fraction, in the form of non-star-forming gas. We find that LSBGs have higher stellar specific angular momentum and halo spin parameter values compared to HSBGs, as suggested by previous works. We track the evolution of these quantities back in time, finding that the spin parameters of the haloes hosting LSBGs and HSBGs exhibit a clear bifurcation at $z \sim 2$, which causes a similar separation in the evolutionary tracks of other properties such as galactic angular momentum and effective radius, ultimately resulting in the values observed at $z = 0$. The higher values of specific stellar angular momentum and halo spin in LSBGs seem to be responsible for their extended nature, preventing material from collapsing into the central regions of the galaxies.

17:15-17:30 Evolución del ángulo de enrollamiento para galaxias de disco en la simulación Illustris TNG-50 *Gustavo Ramón Bruzual Alfonzo (g.bruzual@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica UNAM;*

Veónica Lora Castellanos (v.lora@irya.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM;

**José Isaac González Carbajal (j.gonzalez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica UNAM;*

**Expositor.*

Una de las características morfológicas más importantes de las galaxias espirales es el ángulo de enrollamiento (ϕ). Además de darnos una idea de que tan compacta es la distribución de los brazos espirales, se han propuesto propiedades físicas de las galaxias que podrían estar ligadas a éste. Durante el último par de décadas, las simulaciones cosmológicas han sido una de las herramientas teóricas más importantes para comprender la evolución a gran escala del universo. Illustris TNG es un conjunto de simulaciones cosmológicas con el objetivo de reproducir las propiedades observadas del universo. En esta tesis consideramos dos muestras: la primera muestra cuenta solamente con las galaxias análogas a la Vía Láctea, la segunda muestra considerando todas las galaxias de disco en TNG-50. Se calculó la fotometría correspondiente a las bandas g, r, i del Sloan Digital Sky Survey en las últimas 19 instantáneas de la simulación con corrimientos al rojo entre $z = 0.243$ y $z = 0$. Una vez obtenida la fotometría se generaron imágenes sintéticas para cada una de las galaxias estudiadas en los diferentes corrimientos al rojo. Usando el programa P2DFFT se realizaron mediciones del ángulo en el cual se enrollan los brazos espirales de las galaxias a diferente z . En esta tesis analizamos las relaciones de ϕ con la masa del hoyo negro central, con la masa del bulbo, con la fuerza de la barra y con la longitud de la barra. Encontramos que para el caso de la masa del bulbo y la masa del agujero negro supermasivo no hay una relación estadísticamente significativa con ϕ . Mientras que para el caso de la prominencia y la longitud de la barra encontramos una correlación inversa estadísticamente significativa con respecto a ϕ . Además, analizamos la dependencia temporal de ϕ . Encontramos que en general las galaxias de disco sufren poco cambio en ϕ . Haciendo un análisis estadístico que existe una correlación entre ϕ y la masa acretaada debida a mergers.

17:30-17:45 Explorando el Impacto de las Interacciones y Fusiones Galácticas en la Formación Estelar Central de Galaxias APEX/EDGE-CALIFA *Sebastian F Sánchez (sfsanchez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Ciudad Universitaria;*

Dario Colombo (dcolombo@mpi-fr-bonn.mpg.de), Max Planck Institut für Radioastronomie;

Jorge K Barrera Ballesteros (jkbarrerab@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Ciudad Universitaria;

**Yeny Garay Solis (ygaray@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Ciudad Universitaria; *Expositor.*

Un proceso externo y rápido que afecta significativamente la evolución de las galaxias es la interacción y fusión de las mismas. Diferentes estudios observacionales y numéricos sugieren un incremento en la formación estelar, relacionada con el aumento del gas molecular en estos objetos debido a las fuerzas de marea que se ejercen en las galaxias que sufren dicha fusión. En este trabajo estudiamos cómo se comporta la tasa de formación estelar específica, la fracción de gas molecular y la eficiencia de formación estelar en la región central de galaxias con formación estelar, usando una muestra de galaxias en distintas fases de fusión, comparándolas con galaxias aisladas. Utilizamos una muestra total de 418 galaxias con observaciones espacialmente resueltas en el óptico, las cuales son parte del catastro CALIFA y tienen observaciones por los radiotelescopios APEX y CARMA. De esta muestra, contamos con: 146 galaxias aisladas (muestra control), 69 en pre-fusión, 14 en fusión activa, 12 en post-fusión y 11 en remanente de fusión. Este es el primer trabajo que estudia el impacto de las fusiones e interacciones en una muestra con observaciones homogéneas, tanto en el óptico como en radio, y significativamente grande. El resultado principal es que el impacto de las interacciones/fusiones en el centro de las galaxias de nuestra muestra, con formación estelar, se revela como un incremento en la fracción de gas en comparación con galaxias aisladas. Sin embargo, la tasa de formación estelar específica y la eficiencia de formación estelar presentan un decremento en comparación con la muestra control. Estos resultados sugieren un efecto diferente al que se ha estimado mediante simulaciones y observaciones de espectroscopia óptica de fibra sencilla: los torques gravitacionales debido a interacción/fusión inducen un incremento del gas molecular en el centro de las galaxias pero no es condición suficiente para incrementar la formación estelar.

17:45-18:00 Fermi Bubbles in Scalar Field Dark Matter halos *Jordi Solís-López (jsolis@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física, Cinvestav;*

Abdel Pérez-Lorenzana (aplorenz@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física, Cinvestav;

**Tonatiuh Matos (tonatiuh.matos@cinvestav.mx), Departamento de Física, Cinvestav; *Expositor.*

In recent times, the Scalar Field Dark Matter (SFDM) model (also called Fuzzy, Wave, Ultralight dark matter model) has received much attention due to its success in describing dark matter on both cosmological and galactic scales. Several challenges of the Cold Dark Matter (CDM) model can be explained very easily and naturally by the SFDM model. Two of these challenges are to describe the anomalous trajectories of satellite galaxies called the Vast Polar Structure (VPOS) and to explain the Fermi Bubbles (FB) observed in our galaxy. In Phys.Rev.D103(2021)083535 an alternative explanation for VPOS was shown using the SFDM excited states, explaining the anomalous trajectories in a natural and simple way. In this talk we use the same dark matter struc-

ture to show that these excited states of the SFDM can provide a very simple and natural explanation for the FB, assuming that the SFDM is a kind of dark boson. If this assumption is correct, we should see FB in several more

galaxies and continue to see gamma-ray events at higher energies, these observations would take place in the near future and could be crucial to the ultimate answer to the nature of dark matter.

Astrofísica
Salón Luna (A)

[08:30-09:00] (Sub-)mm continuum surveys: mapping the dusty galaxy contribution to the star formation history *Itziar Aretxaga (*itziar@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

We will review the efforts carried out in the last 10 years to map the contribution of dust-obscured star-forming galaxies to the overall history of star formation. While the contribution of bright submillimeter galaxies in the Ultra Luminous Infrared Galaxy regime ($L_{IR} > 10^{12}$ Lsun) has been reasonably well characterized up to $z \approx 3$, their contribution at larger redshifts is still a matter of debate. ALMA surveys have given us an initial view of the properties of dust obscuration in the Luminous Infrared Galaxy regime ($L_{IR} > 10^{11}$ Lsun), while the statistical characterization of the rise and fall of obscured star formation at these luminosities still awaits larger and deeper surveys. We will introduce the open-access Legacy Surveys that the 50m Large Millimeter Telescope new imaging and polarimetry camera TolTEC will carry out, that will address these issues. We show the predictions derived from cosmologically motivated simulations.

[09:00-09:15] Characterization of Synthetic Panoramic Surveys at Submillimeter Wavelengths Vladimír Ávila Rees (*avila@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM;
Aldo Rodríguez-Puebla (*rodriguez.puebla@gmail.com*), Instituto de Astronomía, UNAM;
Alfredo Montaña (*amontana@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;
Itziar Aretxaga (*itziar@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;
*Norma Araceli Nava Moreno (*aracelinavam@gmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

We present cosmologically motivated simulations of the Dusty Star-Forming Galaxies (DSFGs) population covering areas of 100sq.deg. and 5sq.deg at different mass resolutions ($10^{9.5}$ and $10^{8.7}$ M_{\odot} respectively). The spatial distribution of the DSFGs therefore traces the Large Scale Structure in a redshift range of 0 to 7. Our methodology is based on observational results from the literature, allow us to assign particular properties of the DSFGs in the simulation (obscured fraction, dust-obscured star formation rate, infrared luminosities, dust temperatures and observed flux density at different wavelengths). Recently, we have included the effects of gravitational lensing to study their impact in the source counts. This simulation

can be used to generate synthetic observations at different wavelengths, different sizes and make mock catalogs. In particular, we are focused on characterize the extragalactic legacy surveys that will be mapped by the new TolTEC multi-wavelength (1.1, 1.4 and 2.0 mm) camera in the 50m Large Millimeter Telescope. Our simulations have been used to test the TolTEC data pipeline, different source detections algorithms and data analysis tools. We will describe our methodology to generate this simulations, their characterization and present predictions for the TolTEC legacy surveys.

[09:15-09:30] Estudio de las propiedades físicas en galaxias submilimétricas en el universo temprano. Arturo Iván Gómez Ruíz (*agomez@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;
Jorge Armando Zavala Solano (*jorge.zavala@nao.ac.jp*), National Astronomical Observatory of Japan;
Alfredo Montaña Barbano (*amontana@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.;
*Mariana Quirós Rojas (*mquiros@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Las observaciones en longitudes de onda infrarrojas y sub/milimétricas permiten explorar la emisión proveniente de las regiones más frías del universo y las regiones de formación estelar. En particular, las primeras observaciones sub/milimétricas con la cámara SCUBA a finales de los años noventa, confirmaron la existencia de una población de galaxias a altos corrimientos al rojo ($z_{med} = 2-3$), ultra luminosas en el infrarrojo ($\gtrsim 10^{12}$ L_{\odot}), y con tasas de formación estelar de $\sim 100 - 1000 M_{\odot} \text{ año}^{-1}$. Estas galaxias, denominadas galaxias submilimétricas, tienen grandes reservorios de gas y polvo, y su densidad numérica ha sido difícil de explicar por los modelos de formación de galaxias. Entender mejor los procesos y condiciones físicas que propician la luminosidad y formación estelar extrema de estas galaxias es crucial para conciliar los modelos con las observaciones. En este trabajo se estudia una muestra de 100 galaxias submilimétricas a altos corrimientos al rojo ($\bar{z}_{fot} \approx 3.6$), tasas de formación estelar de más de $\sim 1000 M_{\odot} \text{ año}^{-1}$ y con luminosidades infrarrojas de $\sim 10^{13}$ L_{\odot} . A partir de datos en continuo de SPIRE/Herschel, la cámara AzTEC del Gran Telescopio Milimétrico, y datos de archivo de ALMA, fue posible estimar distintas propiedades físicas del gas y polvo de esta muestra, incluyendo la eficiencia de formación estelar (o el tiempo característico de agotamiento del gas). Con esta información, es posible identificar galaxias análogas en simulaciones cosmológicas hidrodinámicas para entender mejor los procesos físicos que favorecen estos brotes de formación estelar extremos

y ubicar a esta población de galaxias en el contexto de la formación y evolución de galaxias.

10:00-10:30 The NuEM Multimessenger Channel with AMON **Hugo Alberto Ayala Solares (hgchavo05@gmail.com), Eberly College of Science, PennState; *Expositor.*

The Astrophysical Multimessenger Observatory Network (AMON) aims to connect the world's leading high-energy and multimessenger observatories. AMON's objective are to evoke the discovery of new multimessenger phenomena, exploit these phenomena as tools for fundamental physics and astrophysics, and explore archival datasets in search of multimessenger activity. The Neutrino-Electromagnetic (NuEM) channel from AMON has been developed as a real-time alert system. The AMON server performs coincidence analyses using gamma-ray and neutrino data from different detectors. AMON takes advantage of sub-threshold events, i.e. events that by themselves are not significant in the individual detectors. However, signal events can be recovered when looking at the datasets together. The main purpose of the NuEM channel is to search for neutrino sources. We will describe the analyses that make-up this channel and some of the recent results.

10:30-10:45 Gravitational Waves from Long Gamma-Ray Bursts and Supernovae *Claudia Moreno (claudia.moreno@academico.udg.mx), Departamento de Física, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara; Fabio De Colle (fabio@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; *Gerardo Urrutia (gerardo.urrutia@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.*

Gamma-ray bursts (GRBs) are produced during the propagation of ultra-relativistic jets. While our understanding of these jets have improved notably during the last decades, it is currently impossible to study directly the jet close to the central source, due to the high opacity of the medium. In this talk, we present numerical simulations of relativistic jets propagating through a massive, stripped envelope star associated to long GRBs, breaking out of the star and accelerating into the circumstellar medium. We compute the resulting gravitational wave (GW) signal, showing that several key parameters of the jet propagation can be directly determined by the associated GW signal. The signal presents two peaks, the first one corresponding to the jet duration, while the second one corresponding to the end of the acceleration phase. Depending on the observer location (with respect to the jet axis) this peak corresponds to the break-out time for observer located close to the jet axis (which in turn depends on the stellar size), or to much larger times (corresponding to the end of the acceleration phase) for off-axis observers. We also show that the slope of the GW signal before and around the first peak tracks the jet luminosity history and the structure of the progenitor star. The amplitude of the GW signal

is $h_+D \sim$ hundreds to several thousands. Although this signal is outside the range of detectability of current GW detectors, it can be detected by future detectors as BBO, DECIGO and ALIA. Our results illustrate that future detections of GW associated to GRB jets will represent a revolution in our understanding of this phenomenon.

10:45-11:00 The evolution of relativistic jets through the magnetized medium produced by the fusion of two neutron stars *Davide Lazzati (lazzatid@science.oregonstate.edu), Department of Physics, Oregon State University; Diego López Cámara Ramírez (diego@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Leonardo Enrique García García (lgarcia@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The merger of a binary neutron star system results in the emission of a gravitational wave, a highly dense and magnetized environment, and the launch of a collimated relativistic jet which eventually produces a short gamma-ray burst (SGRB). Although the evolution of a jet-SGRB has been studied through different media, the evolution through a magnetized medium is not fully understood. Therefore, to understand the importance of the magnetic field of the medium, we studied the evolution of several SGRB-jets with luminosity $L_j = 2 \times 10^{50}$ erg s⁻¹ and an opening angle $\theta_j = 10^\circ$ through media with different distributions and magnitudes of the magnetic field \mathbf{B} using 2.5-dimensional magneto-hydrodynamic relativistic numerical simulations.

16:00-16:15 Deciphering the unusual stellar progenitor of GRB 210704A *Margarita Pereyra (mpereyra@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Fabio De Colle (fabio@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; William Lee (wlee@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Nissim Fraija (nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

*Alan Watson (alan@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Rosa Leticia Becerra Godínez (rosa.becerra@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

GRB 210704A is a burst of intermediate duration ($T_{90} \sim 1 - 4$ s) followed by a fading X-ray afterglow, and a short-lived optical rebrightening, peaking at around 7 days since the explosion. Its properties do not easily fit into the short/long dichotomy of the GRB classification scheme, leaving the nature of its progenitor uncertain. We present

multi-wavelength observations of this GRB and its counterpart, observed up to 115 days after the burst. In order to decipher the nature of the progenitor system, we present a detailed analysis of the GRB high-energy properties (duration, spectral lag, and Amati correlation), its environment, and late-time optical excess. We discuss three possible scenarios: 1) a nearby short GRB, 2) an exotic GRB in a cluster of galaxies, or 3) a distant long GRB. We find that traditional kilonova and supernova models do not match well the properties of the optical bump, suggesting that this burst was powered by an unusual stellar explosion.

16:15-16:30 Detección de M87 con el observatorio HAWC *Colaboración Hawc Por La (tcapistran@astro.unam.mx), High-Altitude Water Cherenkov; Nissim Illich Fraija Cabrera (nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México;*

José Rubén Alfaro Molina (ruben@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

María Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México;

Daniel Avila Rojas (daniel_avila5@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

**Tomás Capistrán Rojas (tcapistran@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La primer evidencia de emisión de la radio galaxia M87 en el régimen de muy altas energías ($E > 100 \text{ GeV}$) fue reportada por los telescopios de HEGRA. La observación de fotones de TeV provenientes de radio galaxias abrió una nueva ventana para estudiar la estructura de sus jets los cuales se encuentran desalineados con respecto a nuestra línea de observación. Esto porque anteriormente la emisión de los jets solo se podían estudiar frontalmente a través de los blazares. Posteriormente, varios observatorios han realizado largas y cortas campañas de observación en las que reportan solamente tres periodos de alta actividad de la radio galaxia M87. Estas campañas están limitadas por su ciclo de trabajo y responden a alertas externas en multi frecuencias. El observatorio HAWC cuenta con un ciclo de trabajo mayor al 95%, por lo que es factible realizar monitoreo continuo de cualquier fuente en su campo de visión. En este trabajo reportamos el monitoreo continuo por 6 años de la fuente M87. En este se muestra un análisis temporal y espectral empleando dos estimadores de energía con los que se han desarrollado en el observatorio. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo de los proyecto PAPIIT IG101320 y IN106521

16:30-16:45 Exploring an appropriate chemical composition of the dusty torus in a sample of nearby type-1 AGN *Omaira González-Martín (o.gonzalez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica - UNAM;*

Jacopo Fritz (j.fritz@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica - UNAM;

**Omar Ulises Reyes-Amador (o.reyes@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica - UNAM; *Expositor.*

The Unified Scheme of AGN is currently the most accepted model that can simultaneously explain the different spectral characteristics observed in type-1 and type-2 AGN. It invokes the existence of a dusty structure that blocks the light coming from the Broad Line Region (BLR) in type-2 AGN. This dusty structure is responsible for the Mid-Infrared (MIR) emission of AGN. The most direct way so far used to study this structure, has been through Spectral Energy Distribution (SED) fitting, using dust emission models calculated through radiative transfer techniques. Among the assumptions considered when calculating such models, those regarding the dust properties are of crucial importance. Nevertheless, limited effort has been put forward to explore the chemical composition, the role of different optical properties and the grain size distribution. All of which can have a substantial impact on the theoretical radiative transfer calculations. In this research, we have thoroughly tackled part of this issue, by exploring the role of the dust chemical composition in the dusty torus through NIR-SED fitting of a sample of nearby type-1 AGN using the popular astronomical silicates and a set of amorphous and crystalline silicates. In this talk, I am going to present preliminary results.

16:45-17:00 A Boltzmann-Poisson-like approach to simulating the galactic halo response to satellite accretion *José Arturo Trelles Hernández (jtrelles@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Gabriela Alejandra Aguilar Argüello (gaguilar@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

**José Octavio Valenzuela Tijerino (octavio@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Recent studies have reported the detection of the galactic stellar halo wake and dipole triggered by the Large Magellanic Cloud (LMC), mirroring the corresponding response from dark matter (DM). These studies open up the possibility of adding constraints on the global mass distribution of the Milky Way (MW), and even on the nature of DM itself, with current and upcoming stellar surveys reigniting the discussion on response modes in dynamical friction. However, the simulation of such features remains computationally challenging. Using a continuous medium approach, we investigate the density and velocity response modes in simulations of Galactic-type DM halos accreting LMC-sized satellites, including the dependence on the halo density profile. We used, for the first time in the context of galactic dynamics, a collisionless Boltzmann equation

(CBE)+Poisson solver based on an existing method from the literature. We studied the dynamical density and velocity response of halos to sinking perturbers. Results. We successfully captured both the local wake and the global over- and underdensity induced in the host halo. We also captured the velocity response. In line with previous studies, we find that the code can reproduce the core formation in the cuspy profile and the satellite core stalling. The angular power spectrum (APS) response is shown to be sensitive to each density profile. The cored Plummer density profile seems the most responsive, displaying a richness of modes. At the end of the simulation, the central halo acquires cylindrical rotation. When present, a stellar component is expected to behave in a similar fashion. Conclusions. The CBE description makes it tenable to capture the response modes with a better handling of noise in comparison to traditional N-body simulations. Hence, given a certain noise level, BPM has a lower computational cost than N-body simulations, making it feasible to explore large parameter sets. We anticipate tha

Astrofísica
Salón Luna (A)

17:00-17:15 **Revisitando la función inicial de masas de cúmulos del disco de M82** *Gustavo Ramón Bruzual Alfonso (g.bruzual@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;*

Ivanio Puerari (puerari@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Jesús Alonso Arriaga Hernández (jesus.arriagahdz@correo.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Divakara Mayya (ydm@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Bolivia Teresa Cuevas Otahola (b.cuevas@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.*

Revisitamos la función inicial de masa de los cúmulos estelares (CIMF) en la muestra caracterizada en Cuevas-Otahola et al. (2021), en la galaxia prototipo starburst M82. Dicha función ha sido ampliamente discutida en el trabajo de de Grijs (2003), usando una aproximación analítica simplificada, con el objetivo de determinar si dicha función es representada más adecuadamente con un ley de potencias (Fall & Zhang 2001) o con una función log-normal (Vesperini 1998, 2000, 2001). Para determinar cuál de dichas funciones reproduce mejor la CIMF, usamos el código de evolución semi-analítico Evolve Me a Cluster of Stars (EMACS, Alexander et al. 2014), mediante el cual simulamos la CIMF y su evolución a partir de funciones log-normal y ley de potencia. Encontramos excelente acuerdo con una ley de potencias con pendiente $\alpha = 1.8$, más plana que la pendiente de la CIMF típica $\alpha = 2.0$. Cabe destacar que M82 ofrece una excelente oportunidad para entender los orígenes de la CIMF, dado que la población de cúmulos de su disco es casi coetánea, con una edad media cercana a

los 100 M-años. Consideramos los trabajos de Mayya et al. (2008) y Cuevas-Otahola et al. (2021), para reproducir los sesgos observaciones en la distribución de masas observada, con el fin de poder comparar adecuadamente nuestros resultados con la muestra observada. Comparamos nuestros resultados en el diagrama masa-radio, encontrando excelente concordancia con la relación masa-radio.

17:15-17:30 **Función de luminosidad de cúmulos globulares en cinco galaxias espirales cercanas usando imágenes de ACS/HST** *Daniel Rosa González (danrosa@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

Pedro Antonio Ovando Ramírez (paor@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Lino Héctor Rodríguez Merino (lino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Yalia Divakara Mayya (ydm@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Luis Fernando Lomeli Núñez (luislomeli@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

**Expositor.*

En este trabajo estudiamos el sistema de GCs de una muestra de galaxias espirales cercanas a la Vía Láctea (< 10 Mpc). Para nuestro estudio utilizamos datos de la Advance Camera for Surveys (ACS) del Hubble Space Telescope (HST), en cuatro bandas *F336W*, *F435W*, *F555W* and *F814W*. Hemos detectado 158 candidatos de GC en M81, 1123 en M101, 226 en NGC 4258, 293 en M51 y 173 en NGC 628. Las funciones de luminosidad que construimos con estos datos, después de corregir por posibles contaminantes (cúmulos jóvenes enrojecidos), son de naturaleza log-normal. La función de luminosidad de galaxias espirales solo se había establecido para dos galaxias, la Vía Láctea (MW, por sus siglas en inglés) y Andrómeda (M31) en galaxias espirales. La magnitud del turn-over obtenida en cuatro de las galaxias con un tipo de Hubble más temprano que una Sc fue de $M_{V_0}(\text{TO}) = -7.41 \pm 0.14$ esto está en acuerdo con el valor obtenido para la MW $M_V(\text{TO}) = -7.40 \pm 0.10$. La magnitud del TO es equivalente a una masa de $\sim 3 \times 10^5 M_\odot$ si es que se trata de una población vieja y pobre en metales. La magnitud del TO de la galaxia M101 resulto ser ~ 1.16 mag más débil, hay que recordar que M101 es clasificada como Scd. La dependencia de la magnitud del TO con el tipo de Hubble implica que los GCs en galaxias del tipo temprano son GCs clásicos, los cuales tienen un TO universal, mientras que la población de GCs en galaxias del tipo tardío es dominada por cúmulos viejos de disco, los cuales son en general menos masivos.

17:30-17:45 **MaNDala: The MaNGA Dwarf Galaxy Sample** *Erik Aquino Ortíz (eaquino@astro.puc.cl), Instituto de Astrofísica, Pontificia Universidad Católica de Chile;*

Jesús González González (jesus@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM;

José Antonio Vázquez Mata (jvazquez@astro.unam.mx),
Facultad de Ciencias UNAM;

Alexa E. Medellín Hurtado (medellinalexa@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM;

Octavio Valenzuela Tijerino (octavio@astro.unam.mx),
Instituto de Astronomía UNAM;

Vladimir A. Ávila Reese (avila@astro.unam.mx), Insti-
tuto de Astronomía UNAM;

Héctor J. Ibarra Medel (hjibarram@gmail.com), Institu-
to de Astronomía y Ciencias Planetarias - Universidad de
Atacama;

Aldo A. Rodríguez Puebla (apuebla@astro.unam.mx),
Instituto de Astronomía UNAM;

Héctor Hernández Toledo (hector@astro.unam.mx), Ins-
tituto de Astronomía UNAM;

*Mariana Cano Díaz (mcano@astro.unam.mx), Catedrá-
tica CONACYT - Instituto de Astronomía UNAM; *Ex-
positor.

In this talk I will present the MaNGA Dwarf Galaxy Sam-
ple (MaNDala), consisting of 140 bright dwarf galaxies,
with stellar masses $< 10^{9.1} M_{\odot}$ and $M_g < -18.5$, observed
with Integral Field Spectroscopic (IFS) data provided by
the Mapping Nearby Galaxies at APO (MaNGA) Survey
and with photometric data provided by the Dark Energy
Spectroscopic Instrument (DESI). I will review the rele-
vance of observational studies of dwarf galaxies and will
discuss the characterization of the sample with the men-
tioned data sets. We find that the MaNDala sample is
dominated by star-forming late-type central galaxies that
cover a large range of surface brightness values, even fin-
ding 11 candidates of ultra diffuse galaxies and 3 compact
ones. Also a large fraction of the galaxies formed from
an early low-metallicity burst of star formation but also

of late star forming events from more metal-enriched gas.
This sample is to our knowledge the largest dwarf galaxy
sample observed with the IFS technique to date.

**17:45-18:00 SDSS-IV MaNGA: The Radial Distri-
bution of Physical Properties within Galaxies in
the Nearby Universe** Sebastian Sanchez (sfsanchez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM;

*Jorge Karolt Barrera Ballesteros (jkbarrerab@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM; *Expositor.

Using the largest sample of galaxies observed with an opti-
cal integral field unit (IFU, the SDSS-IV MaNGA survey,
 ~ 10000 targets), we derive the radial distribution of the
physical properties obtained from the stellar continuum
and the ionized-gas emission lines. Given the large sample,
we are able to explore the impact of the total stellar mass
and morphology by averaging those radial distributions for
different bins of both global properties. We use a piece-
wise analysis to characterize the slopes of the gradients
from those properties at different galactocentric distances.
In general we find that most of the properties – derived
from both the stellar continuum and the ionized gas emis-
sion lines – exhibit a negative gradient with a secondary
impact by global properties such as the total stellar mass
or morphology. Our results confirm the intimate interplay
between the properties of the stellar component and tho-
se of the ionized gas at local (kpc) scales in order to set
the observed gradients. Furthermore, the resemblance of
the gradients for similar global properties (in particular
for the stellar parameters) indicates statistical similar his-
tories of star formation and chemical enrichment with an
initial radial gas distribution following the potential of the
galaxy.

Astrofísica
Salón Luna (A)

[08:30-09:00] Abundancias químicas observadas en distintos tipos morfológicos de galaxias del survey de CALIFA explicadas por la historia química de la Vía Láctea *Gloria Delgado Inglada (gdelgado@astro.unam.mx), Astrónoma Independiente, antes en IA-UNAM;*

Christophe Morisset (morisset@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Jorge Barrera-Ballesteros (jkbarrerab@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Alexia Amayo (amedina@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Mabel Valerdi (mmvalerdi@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Alfredo Mejía Narváez (amejia@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Carlos Espinosa Ponce (cespinosa@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Sebastian Francisco Sanchez Sanchez (sfsanchez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

**Leticia Carigi (carigi@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.*

Modelos de evolución química construidos para reproducir distribuciones radiales de abundancias químicas observadas en la Vía Láctea (MW) fueron utilizados para estudiar las relaciones: i) He/H vs O/H, observada en regiones HII, y ii) [O/Fe] vs [Fe/H], determinada a partir de regiones HII y de poblaciones estelares subyacentes en galaxias tardías y tempranas del survey de CALIFA (Calar Alto Legacy Integral Field Area). Los modelos consideran: a) escenario dentro-fuera para la formación galáctica de la MW, b) doble acreción para la formación de los discos grueso y delgado, c) eficiencia de formación estelar dependiente de la masa bariónica, y d) fracción de estrellas de alta masa dependiente de la formación estelar. Las relaciones determinadas en galaxias de diversos tipos morfológicos (E/S0, Sa, Sb, Sbc, Sc, Sd/Sm) y amplio intervalo de masas estelares ($10^7 < M^*/M_{\text{sun}} < 10^{12}$) pueden ser explicadas por los modelos realizados para la MW (Sbc, $M^*/M_{\text{sun}} \sim 10^{10.70}$), lo cual destaca la conexión entre las tendencias resueltas y globales en galaxias.

Astrofísica
Salón Luna (A)

[09:00-09:15] $[\alpha/\text{Fe}]$ traced by H II regions from the CALIFA survey. The connection between morphology and chemical abundance patterns **Sebastian Francisco Sanchez Sanchez (sebastian.f.sanchez@*

*gmail.com), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

We compare the gas-phase oxygen abundance with the luminosity-weighted stellar metallicity in an extensive catalogue of $\sim 25\,000$ H II regions extracted from the Calar Alto Legacy Integral Field Area (CALIFA) survey, an exploration that uses the integral-field spectroscopy of ~ 900 galaxies and covers a wide range of masses and morphologies. This way, we define [O/Fe] as the ratio between both parameters, proposing it as an indirect proxy of the $[\alpha/\text{Fe}]$ ratio. We illustrate how the [O/Fe] parameter describes the chemical enrichment process in spiral galaxies, finding that: (i) it follows the decreasing pattern with [Fe/H] reported for the $[\alpha/\text{Fe}]$ ratio and (ii) its absolute scale depends on the stellar mass and the morphology. We reproduce both patterns using two different chemical evolution models, considering that galaxies with different stellar masses and morphologies present either different SFHs, SFEs, and inflow and outflow rates or a different maximum stellar mass cut for the IMF.

[09:15-09:30] Spectral evidence of solar neighborhood analogs in CALIFA galaxies *Carlos Espinosa Ponce (cespinosa@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;*

Niv Drory (drory@astro.as.utexas.edu), McDonald Observatory, University of Texas;

Jorge K. Barrera-Ballesteros (jkbarrerab@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Leticia Carigi (carigi@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Sebastián F. Sánchez (sfsanchez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

**Alfredo Mejía-Narváez (amejia@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.*

We introduce a novel nonparametric method to find solar neighborhood analogs (SNAs) in extragalactic integral field spectroscopic (IFS) surveys. The main ansatz is that the physical properties of the solar neighborhood (SN) should be encoded in its optical stellar spectrum. We assume that our best estimate of such a spectrum is the one extracted from the analysis performed by the Code for Stellar properties Heuristic Assignment (CoSHA) from the MaStar stellar library. It follows that finding SNAs in other galaxies consist in matching, in a χ^2 sense, the SN reference spectrum across the optical extent of the observed galaxies. We applied this procedure to a selection of CALIFA galaxies, by requiring a close to face-on projection, relative isolation, and non-active galactic nucleus. We explore how the local and global properties of the SNAs (stellar age, metallicity, dust extinction, mass-to-light ratio, stellar surface mass density, star-formation

density, and galactocentric distance) and their corresponding host galaxies (morphological type, total stellar mass, star-formation rate, and effective radius) compared with those of the SN and the Milky Way (MW). We find that SNAs are located preferentially in S(B)a – S(B)c galaxies, in a ring-like structure, which radii seem to scale with the galaxy size. Despite the known sources of systematics and errors, most properties present a considerable agreement with the literature on the SN. We conclude that the solar neighborhood is relatively common in our sample of SNAs. Our results warrant a systematic exploration of correlations among the physical properties of the SNAs and their host galaxies. We reckon that our method should inform current models of the galactic habitable zone in our MW and other galaxies.

10:00-10:30 El observatorio radioastronómico de nueva generación: el "ngVLA" *Luis Alberto Zapata (*l.zapata@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.

Luis Felipe Rodríguez (*l.rodriguez@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Alice Pasetto (*a.pasetto@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Aina Palau (*a.palau@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Laurent Raymond Loinard (*l.loinard@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Susana Lizano (*s.lizano@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Stanley Eugene Kurtz (*s.kurtz@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Eric Faustino Jiménez Andrade (*e.jimenez@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Roberto Galván Madrid (*r.galvan@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Carlos Carrasco González (*c.carrasco@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

El "next generation Very Large Array (ngVLA)" será el radio interferómetro más grande jamás construido en el hemisferio norte. Al combinar 263 antenas distribuidas en EE.UU., Canadá y México, el ngVLA será capaz de alcanzar una resolución espacial y sensibilidad sin precedentes. Algunos de los objetivos específicos del ngVLA incluye detectar emisión de radio en galaxias durante el primer giga año del Universo, resolver la estructura de discos protoplanetarios en escalas de una unidad astronómica, así como

detectar emisión de radio de fuentes de ondas gravitacionales. Este nuevo radio interferómetro será complementario a otros observatorios astronómicos de nueva generación, como el "Extremely Large Telescope" y el "Square Kilometer Array", lo que será crucial para revolucionar principales áreas de astrofísica moderna. En esta plática, se presentará la motivación científica para el ngVLA y se detallará su diseño técnico y operativo. Se destacará el papel de la Universidad Nacional Autónoma de México como un socio emergente de este proyecto multinacional, lo que permitirá a la comunidad mexicana continuar investigaciones de frontera en el área de radioastronomía durante las siguientes décadas.

10:30-10:45 SCI- HI: Búsqueda de Zonas Radiosilentes Candidatas para Experimentos de Cosmología en 21 - cm y Radioastronomía. Omar López Cruz (*omarlx@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

*Raúl Ochoa Valiente (*raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.; *Expositor.

Agustín Gallardo Del Ángel (*aggallardo@uv.mx*), Universidad Veracruzana.;

Darío Núñez Salgado (*nunez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Benito Orozco De La Serna (*orozco.aem@gmail.com*), Universidad Autónoma de Baja California;

Lady María Murrieta Brígido (*ladymurrieta@outlook.com*), Universidad Veracruzana;

Jennifer Vianey González Martínez (*jennifergonzalez@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

El experimento Sonda Cosmológica de las Islas para la detección del Hidrógeno Neutro (SCI - HI) tiene identificada a Isla Guadalupe, B. C. como la mejor candidata a zona radiosilente. En esta zona se considera la instalación de radioantenas para la detección de la señal emitida por el Hidrógeno Neutro en la edad oscura del universo. Para la detección de posible contaminación electromagnética y caracterización de la zona desarrollamos un equipo para la caracterización y mapeo de zonas, utilizando analizadores de espectro. Buscamos zonas potenciales para llevar a cabo pruebas previas que validen el funcionamiento de la instrumentación antes de ser llevado a Isla Guadalupe. Se presenta en este trabajo el reporte de tres levantamientos en Rincón Colorado, Coahuila, el Valle de Guadalupe B. C. y Cataviñá BC. donde se tomaron muestreos en áreas grandes y desérticas del espectro electromagnético para la caracterización de estas zonas y el mapeo correspondiente. Describimos brevemente el equipo desarrollado, su funcionamiento y puesta en marcha. Describimos el desarrollo de los experimentos, el análisis y reconstrucción de mapas de patrones de radiación en las zonas descritas mediante el uso de técnicas de geoestadística y algoritmos computacionales. Se presentan los resultados y trabajo a futuro.

16:00-16:15 **TNTPOL1: Polarímetro óptico de 4 campos-imagen para el telescopio de 1 metro del OAN-TNT** *Arturo Renteria Lartundo (arenteria@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México;*
Omar Yam Gamboa (oyam@uqroo.edu.mx), Universidad Autonoma del Estado de Quintana Roo;
Salvador Abraham Medina Rangel (salvador.medina@tyndall.ie), Tyndall National Institute;
Jorge Castro Ramos (jcastro@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.;
Abraham Luna Castellanos (aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.;
**Alejandro García Pérez (alexgp@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.;* *Expositor.

TNTPOL1 es un polarímetro experimental que utiliza un módulo "Wedge Double Wollaston" (WeDoWo) que divide la pupila de entrada del telescopio de 1 metro del Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla, Puebla (OAN-TNT). Con él se realizaron mediciones polarimétricas, con cuatro campos-imagen simultáneos, uno por ángulo de polarización lineal, 0° , 45° , 90° y 135° respectivamente, permitiendo obtener los Parámetros de Stokes I, Q y U de una sola exposición. La ventaja de esta técnica es la obtención de mediciones más precisas al reducir el ruido y las inestabilidades mecánicas en el sistema, causando que las observaciones astronómicas sean más rápidas y eficientes. La desventaja es que el campo de visión se reduce a 1×5 arcmin, restringiéndonos a observaciones de fuentes puntuales como asteroides, estrellas, o casi puntuales como nebulosas preplanetarias (PPN) o planetarias (PN) con un tamaño angular dentro de 1 arcmin. La caracterización del módulo WeDoWo en laboratorio utilizando una fuente de polarización lineal calibrada arroja un error en polarización de ± 0.0047 %. Su desempeño en longitudes de onda visibles utilizando el set de filtros Johnson UB-VRI en el OAN-TNT reproducen imágenes polarimétricas de fuentes estándares de calibración ($< 11Vmag$) con un error de 0.2 % en grado de polarización.

16:15-16:30 **Dynamical properties of star populations in Gaia-Enceladus merge, revisited** *Ary Rodríguez González (ary.rdz@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM;*
Daniel Segura Piña (cdsegura@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía;
Jorge Alberto Osorio Caballero (acaballero97@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;
Bryan Alexis Andrés Jorge (bandres@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Rodrigo Sandoval-Orozco (rodrigo_sandoval18@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

A complete study of the history of our galaxy must consider that the so called Gaia-Enceladus merge plays a crucial role in dynamical and chemical evolution of the stars that comprise it. Recent studies suggested that this accretion phenomena contributed to most of the thick disk mass of the Milky Way. We use the kinematics data from Gaia DR2 and chemical abundances from GALAH to determine properties of several populations of the Milky Way, specially the red giants, to estimate the masses, age and dynamical features of the fallen material that helped to construct the modern day structure of the galaxy; using this values we attempt to reproduce the merger event in a dynamical n-body simulation, generating maps of position and velocity, which let us compare this properties to the ones observed.

16:30-16:45 **Dinámica del Gas en la Zona Central Molecular de la Vía Láctea y su conexión con la barra Galáctica** *Angeles Pérez Villegas (mperez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía;*
Gilberto Carlos Gómez (g.gomez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;
**Luis Leonardo Chaves Velasquez (l.chaves@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;* *Expositor.

Con el fin de estudiar la configuración orbital de la Zona Central Molecular hemos desarrollado simulaciones magnetohidrodinámicas e hidrodinámicas con el código ARE-PO. Uno de nuestros objetivos principales es entender el mecanismo de transporte de gas desde el disco hacia el interior de la Galaxia por medio de la barra y la posible formación de un anillo en la región interior. Nuestro modelo consiste de un fondo axisimétrico con bulbo, disco, y un halo masivo. La barra se modela con un elipsoide de Ferrers y se impone a través de un mecanismo de transición suave el cual permite pasar la fuerza del bulbo a la barra con el fin de evitar efectos transientes en las simulaciones. Para una simulación con 1000000 de partículas de gas, con auto gravedad, sin campo magnético, y con formación estelar en la cual se impone la totalidad de la masa del bulbo a la barra durante 500 Myr, encontramos la formación de un anillo de gas dentro de una región de 700 pc en un lapso comprendido entre 300 Myr y 340 Myr. Después de este tiempo el anillo es destruido y observamos que una gran masa de gas se acumula en el interior. Analizamos el modelo orbital después de la imposición de la barra y encontramos que el modelo posee una ILR a un radio de $R=0.04$ pc. Es decir que la extensión de la región $\times 2$ es mucho menos extensa con respecto a la que esperamos. La destrucción del anillo se debe a la localización de la ILR. Entonces analizamos el modelo estelar para el cual el anillo es más discernible (325 Myr). En este modelo encontramos que existen dos resonancias internas de Lindblad con la mas exterior localizada a aproximadamen-

te a 0.97 kpc. A excepción del modelo anterior, algunos miembros de la familia x1 de este modelo poseen loops en sus extremos y por lo tanto estas órbitas se auto interceptan. En este caso la localización de la EILR hace posible la formación del anillo. Estamos estudiando el mecanismo de transporte de gas desde la barra hacia el interior.

16:45-17:00 El efecto de la emisión extendida alrededor de Sgr A* en la eficiencia de faseo de ALMA durante las observaciones del EHT *Laurent Loinard (l.loinard@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica UNAM; *Brissa Gomez Miller (b.gomez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica UNAM; *Expositor.*

Es casi universalmente aceptado que al centro de las galaxias se encuentra un agujero negro (SMBH, por sus siglas en inglés, con $M \geq 10^6 M_{\odot}$) cuyos ambientes son realmente extremos, y cerca del horizonte de eventos los efectos de la relatividad general comienzan a ser más evidentes. El Event Horizon Telescope (EHT) es una colaboración internacional que tiene el objetivo principal de capturar las primeras imágenes de SMBHs con resolución angular suficiente para alcanzar escalas del horizonte de eventos. El EHT está conformado por un arreglo de telescopios distribuidos alrededor del mundo, donde uno de los participantes es el Atacama Large/Millimeter/submillimeter Array (ALMA). Durante la campaña de observaciones de 2017, el EHT observó dos SMBHs, uno de ellos al centro de la Vía Láctea (Sgr A*). ALMA al ser un interferómetro, este opera dentro de EHT como un arreglo faseado, es decir, que opera como una estación de plato simple dentro de un interferómetro más grande. Estos arreglos faseados requieren de correcciones en los retrasos de las señales que llegan a las antenas. Observaciones con VLBI han revelado en el objeto de estudio (Sgr A*) una variabilidad a escalas de tiempo corto, y observaciones a altas resoluciones han revelado la presencia de una estructura de emisión extendida (mini espiral) alrededor del núcleo. Existen estimaciones de la eficiencia de faseo de ALMA considerando que Sgr A* es una fuente puntual, sin embargo tiene una componente extendida que no muestra variabilidad como el núcleo. La presencia de emisión extendida tiene un efecto sobre la eficiencia de faseo que no se ha tomado en cuenta para la estimaciones hechas hasta ahora. La meta aquí es calcular el efecto que tiene la presencia de la mini espiral sobre la eficiencia de faseo de ALMA con las observaciones obtenidas durante 2017. También, se obtuvieron imágenes de alta resolución angular de la fuente compacta para generar las curvas de luz de la fuente.

17:00-17:15 Estudio del entorno de estrellas masivas jóvenes en longitudes de onda de radio **J.M. Masqué (jmasque@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Harold Edinson Viveros Delgado, (he.viverosdelgado@ugto.mx), UG;

C.A. Rodríguez (ca.rodriguez@ugto.mx), UG;
M.T. Trinidad (trinidad@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;
K. Kurtz (s.kurtz@irya.unam.mx), UNAM;
L. Loinard (lloinard@irya.unam.mx), UNAM;
S. Medina (smedina@mpi-fr-bonn.mpg.de), Max Planck;

V. Yanza (vyanza@irya.unam.mx), UNAM;
S. Dzib (dzib@iram.fr), IRAM;
L.F. Rodríguez (l.rodriguez@irya.unam.mx), UNAM;
En sus etapas más tempranas, las estrellas masivas tienen un profundo impacto a su alrededor desarrollando zonas foto-ionizadas (regiones HII), y posiblemente afectando a la formación estelar de la región. Para estudiar esta influencia, posiblemente relacionada con el propio mecanismo de formación de estrellas masivas, es necesario realizar observaciones de gran calidad a longitudes de onda en radio. En este trabajo voy a presentar un resumen del estudio de varias regiones observadas con el Very Large Array (VLA) operando con su configuración más extendida. En particular, nos centramos en el estudio de las componentes más compactas de cada región (fuentes con tamaños del orden del sistema solar), que corresponden a objetos de naturaleza variada. Una de las conclusiones principales derivadas del análisis de las propiedades de las radio fuentes compactas es la probable presencia de discos alrededor de estrellas masivas y de sus compañeras más cercanas (típicamente separadas unos miles de Unidades Astronómicas de la estrella masiva) que están siendo erosionados por la actividad de las estrellas excitadoras de la región. Además, a escalas más grandes del orden de parsecs, la presencia de estrellas masivas puede afectar globalmente a la evolución, distribución y dinámica de los objetos jóvenes en la nube molecular que los alberga.

17:15-17:30 La estructura a gran escala de la emisión de moléculas orgánicas complejas en un chorro protoestelar de tipo solar **Arturo Iván Gómez Ruiz (aigomez@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Las moléculas complejas interestelares son aquellas que están compuestas de al menos seis átomos y cuyo estudio ha cobrado gran relevancia debido a que son consideradas los bloques constituyentes de una química prebiótica más compleja, es decir, son de interés para la astrobiología. En años recientes ha habido un gran esfuerzo por identificar este tipo de moléculas en diferentes ambientes interestelares, sin embargo la fase de flujo molecular del nacimiento de las estrellas ha sido poco investigada, debido a las dificultades observacionales que presenta la detección de la emisión débil de estas moléculas en el gas expulsado. En esta presentación se mostrará el caso del flujo molecular en la protoestrella de tipo solar L1157, observado con el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM) en transiciones rotacionales de las moléculas complejas acetaldehído (CH₃CHO) y formamida (NH₂CHO). Estos representan los primeros mapas de la emisión de gran escala

de estas moléculas en un flujo molecular de baja masa, los cuales se han hecho accesibles debido a la sensibilidad de un telescopio de antena única de las dimensiones del GTM. Se abundará en la importancia de la emisión de gran escala de estas moléculas en el enriquecimiento químico debido a choques interestelares y cómo estas observaciones ayudan a constreñir mejor los modelos químicos que tratan de explicar la formación de moléculas complejas. Se finalizará con una perspectiva del futuro en este campo y la posible contribución del GTM con sus instrumentos presentes y en proyección.

17:30-17:45 **En busca de moléculas orgánicas complejas en discos protoestelares** *Aina Palau Puigvert (a.palau@irya.unam.mx), Universidad de Barcelona; *Esmeralda Drouaillet Ochoa (e.drouaillet@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM.; *Expositor.*

Recientemente la detección de moléculas orgánicas complejas (COMs) en discos protoplanetarios ha despertado mucho interés en la comunidad científica, ya que estas COMs podrían ser los precursores de las moléculas prebióticas. Esto sugiere que los planetas podrían formarse de un material muy rico químicamente y potencialmente apto para desarrollar alguna forma de vida. Aunque esta hipótesis es muy interesante, existen todavía muchas preguntas acerca de la formación y emisión de las COMs. En concreto, todavía no se comprende su baja tasa de detección. Una posible explicación es la gran dilución que sufre la emisión de las COMs al ser observada con antenas únicas y una baja sensibilidad. Por ello, en el presente trabajo nos planteamos medir la tasa de detección de COMs en el cúmulo de protoestrellas OMC-1S de la nube Orion A, con el interferómetro milimétrico Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). Este interferómetro permite medir, por su alta resolución angular, la tasa de detección sin problemas de dilución y, a su vez, constituye el interferómetro con mayor sensibilidad, por lo que es el instrumento ideal para llevar a cabo este estudio. Se mostrará cómo el estudio de este cúmulo de protoestrellas con ALMA permite pasar de una tasa de detección de COMs del 14% (con interferómetros pre-ALMA) a una tasa de

detección de aproximadamente el 40%, lo que sugiere que las COMs en discos protoplanetarios podrían ser mucho más frecuentes de lo que se pensaba en un inicio.

17:45-18:00 **Diferentes anchos de filamentos moleculares como trazadores de acreción en los filamentos** *Aina Palau Puigvert (a.palau@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Catherine Walsh (c.walsh1@leeds.ac.uk), School of Physics and Astronomy, University of Leeds; *Gilberto Carlos Gómez Reyes (g.gomez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La naturaleza filamentaria de nubes moleculares está claramente establecida en la literatura astronómica. En este trabajo exploramos cómo los anchos de estos filamentos densos, cuando se miden utilizando diferentes especies moleculares, pueden cambiar como consecuencia de la acreción de gas hacia el filamento. A medida que una parcela de gas cae al filamento experimentará valores cambiantes de densidad, temperatura y extinción. La tasa a la que cambia este entorno afectará de manera diferente la abundancia de diferentes especies moleculares. Así, una molécula que se forma rápidamente reflejará mejor las condiciones físicas locales que experimenta la parcela de gas que una molécula que se forma más lentamente. Dado que estas diferencias dependen de cómo comparen las respectivas escalas de tiempo, las diferencias en las distribuciones moleculares deberían reflejar la rapidez con que cambia el entorno, es decir, la tasa de acreción hacia el filamento. Encontramos que los anchos de filamento medidos a partir de abundancias para C_2H , CO , CN , CS y C_3H_2 son los más sensibles a este efecto, siendo también esas moléculas las que muestran una distribución más ancha. Por el contrario, moléculas como N_2H_+ , NH_3 , H_2CO , HNC o CH_3OH no son tan sensibles a la acreción y presentan los anchos más estrechos. Proponemos que cocientes de anchos de filamento medidos con diferentes trazadores podrían ser una herramienta útil para estimar la tasa de acreción al filamento.

Astrofísica
Salón Luna (A)

[08:30-09:00] **Explorando las propiedades del polvo en el de HL Tau y TW Hya** *Luis Roberto Rentería Mazo (lrrm68@gmail.com), Universidad Autónoma de Sinaloa;*

Estela Susana Lizano Soberón (s.lizano@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

**Carlos Tapia Schiavon (carlostopia@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*

Modelamos los perfiles radiales milimétricos de ALMA y Very Large Array (VLA) del disco alrededor de HL Tau y TW Hya para restringir las propiedades de los granos de polvo. Adoptamos los modelos evolutivos de disco de Lynden-Bell & Pringle en el caso de HL Tau y nuestro modelo magnetizado para TW Hya, para calcular su estructura de temperatura y densidad y emisión. Estos discos son calentados por la viscosidad interna e irradiados por la estrella central y, en algunos casos, por una envoltura cálida. Se considera que el polvo presenta una distribución de tamaño de la forma $n(a)da \sim a^{-3.5}da$, y variación del tamaño máximo a_{\max} de los granos en la atmósfera y el plano medio del disco. Estos modelos incluyen el asentamiento vertical de polvo y variación radial de la razón de masa de polvo a gas ξ_{ISM} del medio interestelar. En el caso de HL Tau encontramos que los modelos que mejor se ajustan a las observaciones milimétricas tienen una atmósfera con un tamaño de grano máximo $a_{\max} = 100 \mu\text{m}$, y un plano medio con un $a_{\max} = 1 \text{ cm}$. La emisión asociada a las sub-estructuras presente en ambos objetos observados puede deberse a diferencias locales en las propiedades del polvo. Encontramos que los perfiles de emisión, en específico las sub-estructuras, pueden reproducirse al incorporar diferentes tamaños a_{\max} del polvo en la atmósfera y plano medio junto con variaciones radiales de la masa de polvo ξ_{ISM} . Encontramos que los perfiles de emisión de HL Tau son mejor reproducidos por modelos con un déficit de polvo en los huecos, aunque también es posible un efecto combinado.

Astrofísica
Salón Luna (A)

[09:00-09:15] **The role of the magnetic field in the formation of stellar clusters** *Luis Alberto Zapata (l.zapata@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, Mexico;*

Josep Miquel Girart (girart@aliga.ieec.uab.es), Institut de Ciències de l'Espai (CSIC-IEEC), Spain;

Qizhou Zhang (qzhang@cfa.harvard.edu), Center for Astrophysics | Harvard & Smithsonian, USA;

**Aina Palau (a.palau@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, Mexico; *Expositor.*

Theoretical and numerical works clearly indicate that a strong magnetic field should suppress fragmentation in massive dense cores, the stellar cluster precursors. However, this has never been tested observationally in a relatively large sample of fragmenting massive dense cores. Here we present the polarization data obtained with the Submillimeter Array Legacy Survey of Zhang et al. to build a sample of 18 massive dense cores where both fragmentation and magnetic field properties were studied in a uniform way. We measured the fragmentation level within the field of view common to all regions, of $\sim 0.15 \text{ pc}$, with a mass sensitivity of about 0.5 Msun , and a spatial resolution of 1000 AU . On the other hand, the magnetic field strength was estimated using different methods for which the dispersion of the polarization position angles, the velocity dispersion of the $\text{H}13\text{CO}+(4-3)$ gas, and the density of each core, all averaged within 0.15 pc , were measured. For the first time, a tentative correlation was found between the fragmentation level and the mass-to-magnetic flux ratio, as predicted by numerical and theoretical works. This suggests that the magnetic field could play an important role in the fragmentation process of stellar cluster precursors, and prompts to carry out further projects using larger samples and more sensitive arrays.

[09:15-09:30] **Frentes de sublimación de polvo curvados en discos alrededor de estrellas T Tauri: geometría y emisión** *Susana Lizano Soberón (s.lizano@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica - Universidad Nacional Autónoma de México;*

Nuria Calvet (ncalvet@umich.edu), Universidad de Michigan - Departamento de Astronomía;

Jesús Hernández (hernandj@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México;

Ramiro Franco Hernández (ramiro.francohernandez@academicos.udg.mx), Instituto de Astronomía y Meteorología - Universidad de Guadalajara;

**Ezequiel Manzo Martínez (emanzo@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los discos protoplanetarios alrededor de estrellas jóvenes son los lugares donde ocurre la formación de planetas. Aunque gracias al interferómetro ALMA se han obtenido imágenes resueltas de varios discos en longitudes de onda milimétricas, la zona del disco más cercana a la estrella

($\lesssim 1$ au) no se puede resolver. El estudio de estas regiones, que son las más calientes y densas de los discos, es fundamental para explicar la formación de los planetas del Sistema Solar, y también debido a la gran cantidad de exoplanetas orbitando a estas distancias de su estrella central. Muy cerca de la estrella, el polvo del disco se sublima por las altas temperaturas formando un frente de sublimación, también conocido como "la pared" de polvo del disco. Esta pared está irradiada directamente por la estrella central, por lo que su emisión domina la distribución espectral de energía (SED) en el cercano y mediano infrarrojo. En la actualidad, las SEDs son la herramientas más útiles para estudiar las propiedades de la pared con mucho detalle. Sin embargo no existen trabajos que determinen en detalle la forma de la pared y su emisión. En este trabajo presentamos un modelo físico para frentes de sublimación curvados en estrellas T Tauri. Usamos los modelos de discos irradiados de D' Alessio et al. (1998, 1999, 2001, 2005, 2006) para encontrar la geometría y ubicación de la pared, dado un modelo. Nuestro trabajo toma en cuenta la dependencia de la temperatura de sublimación con la densidad. Encontramos que la pared tiene geometría curva, y que se extiende radialmente hasta ~ 0.1 y 0.6 au, para discos con estrellas de $0.5 M_{\odot}$ y $2 M_{\odot}$, respectivamente. Calculamos las SEDs de discos con parámetros típicos de estrellas T Tauri, y exploramos los efectos que estas paredes curvadas producen en las SEDs. Finalmente contrastamos nuestros resultados con modelos previos de paredes verticales.

10:00-10:30 Simulaciones numéricas de la gran erupción de Eta Carinae I. Revisando un escenario explosivo *Ricardo F. González (rf.gonzalez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.

Elisabete De Gouveia Dal Pino (dalpino@iag.usp.br), Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidad de Sao Paulo;

Pablo Velázquez (pfvelazquez@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares;

Jorge Cantó (jcant@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía;

Alejandro Raga (raga@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;

Luis Alberto Zapata (l.zapata@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Presentamos nuevas simulaciones numéricas de la erupción mayor de Eta Car en 1890, la cual resultó en la formación de la nebulosa bipolar conocida como el gran Homunculus. En nuestros modelos hemos incluido la componente de alta velocidad de 10000 km/s que ha sido detectada en observaciones recientes, proporcionando evidencia directa de un evento explosivo. En este trabajo, investigamos si tal evento explosivo puede explicar la forma y la evolución dinámica de la nebulosa de Eta Car. Nuestros modelos muestran que tal escenario no logran explicar sus propiedades físicas observadas ni su expansión. Sin embargo, muestra-

mos que una explosión con una velocidad intermedia de 1000 km/s reproduce la morfología y la edad cinemática de la nebulosa.

10:30-10:45 Simulated observations of star formation regions : evolution of the infrared properties of globally collapsing clouds Enrique Cristian Vázquez Semadeni (e.vazquez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;

Manuel Zamora Avilés (mzamora@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Jacopo Fritz (j.fritz@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;

Roberto Galván Madrid (r.galvan@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Jesús Miguel Jáquez Domínguez (j.jaquez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

We present post-processing synthetic observations, using the radiative transfer code SKIRT, of a radiation-magneto-hydrodynamical simulation of a molecular cloud with star formation and ionization feedback. We produced synthetic observations at far-IR wavelengths (Spitzer and Herschel observatories) for different evolutionary steps of the cloud. The synthetic photometry is then analyzed following observational methodologies to derive the physical parameters of the cloud, such as mass and temperature, and then compare with the intrinsic properties from the hydrodynamic simulation. We found that there is a significant fraction of dust mass (45% of the total) at low temperatures (< 15 K) that do not make a notable contribution to the spectral energy distribution (SED) from 70 to 500 microns. Such cold gas would not be recovered in far-IR observations. Also, we calculated spatially-resolved maps of mass (column) and temperature from our synthetic observations. Additionally, the probability density function (N-PDF) is calculated for the intrinsic hydrodynamic simulation map of column density and compared with the one calculated from the column density map obtained by the pix-to-pix fit from the synthetic observation. We also estimated the cloud star formation rate (SFR) using extragalactic calibrations based on monochromatic luminosities at 24 and 70 microns, and using the total far-IR luminosity. We found that such calibrations give SFRs one dex smaller than the intrinsic SFR from the simulation, but that they match within a factor of 2 when the intrinsic SFRs are averaged over periods of 100 Myr.

Astrofísica
Salón Luna (A)

10:45-11:00 SURVIVAL OF THE FITTEST: NUMERICAL MODELING OF SUPERNOVA

2014C *Nissim Illich Fraija Cabrera* (*nifraija@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Fabio De Colle* (*fabio@nucleares.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; **Felipe Ventura Vargas* (*f.ventura.vargas@gmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor*. Initially classified as a supernova type Ib, ~ 100 days after the explosion object SN 2014C made a transition to a SN type II, presenting a gradual increase in the H α emission. This has been interpreted as evidence of interaction between the supernova shock wave and a massive shell previously ejected from the progenitor star. In this paper, we present numerical simulations of the propagation of the SN shock through the progenitor star and its wind, as well as the interaction of the SN ejecta with the massive shell. To determine with high precision the structure and location of the shell, we couple a genetic algorithm to a hydrodynamic and a bremsstrahlung radiation transfer code. We iteratively modify the density stratification and location of the shell by minimizing the variance between X-ray observations and synthetic predictions computed from the numerical model, allowing the shell structure to be completely arbitrary. By assuming spherical symmetry, we found that our best-fit model has a shell mass of $2.6 M_{\odot}$, extends from 1.6×10^{16} cm to 1.87×10^{17} cm, implying that it was ejected $\sim 60/(v_w/100 \text{ km s}^{-1})$ yrs before the SN explosion, and has a density stratification with an average behavior $\sim r^{-3}$ but presenting density fluctuations larger than one order of magnitude. Finally, we predict that, if the density stratification follows the same power-law behaviour, the SN will break out from the shell by mid 2022, i.e. 8.5 years after explosion.

16:00-16:15 **M 1-67 y RCW 58: Polvo en el entorno de estrellas WNh tardías como firma de evolución estelar** *Jesús Alberto Toalá Sanz* (*j.toala@irya.unam.mx*), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM*; *Sarah Jane Arthur* (*j.arthur@irya.unam.mx*), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM*; **Palmira Jiménez Hernández* (*p.jimenez@irya.unam.mx*), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM*; **Expositor*.

Algunas estrellas Wolf-Rayet WNh tipo tardías están rodeadas por nebulosas irregulares o grumosas, lo cual sugiere un origen basado en episodios de eyecciones violentas de masa. Las propiedades del material nebular pueden ser usadas para inferir el historial de la pérdida de masa de estrellas masivas en sus etapas tardías de su evolución. Usamos observaciones fotométricas de WISE, Spitzer y Herschel para construir las distribuciones de energía (SED's por sus siglas en inglés) de las nebulosas M 1-67 y RCW 58, las cuales rodean estrellas WN8h. Modelando con el código de síntesis espectral Cloudy, reproducimos en ambos casos la SED infrarroja y las propiedades del gas fotoionizado mediante una cáscara con dos poblaciones de granos de polvo y con una razón alta de polvo-a-gas. El tamaño más grande de polvo, de 0.9 micras, y la distribución del

material nebular sugiere una misma historia de formación de polvo eruptiva. La evolución de una Envoltente Común (EC) puede resultar en la eyección de la EC y una binaria compacta. Nosotros proponemos que M 1-67 y RCW 58 podrían representar la primera evidencia observacional de un escenario post-EC en estrellas masivas.

16:15-16:30 **Evolución del flujo de la estrella tipo water fountain IRAS 18043–2116** *Tiege Mccarthy* (*tiegem@utas.edu.au*), *University of Tasmania, Australia*;

Gabor Orosz (*orosz@jive.eu*), *Joint Institute for Very Long Baseline Interferometry European Research Infrastructure Consortium, The Netherlands*;

Daniel Tafoya (*daniel.tafoya@chalmers.se*), *Chalmers University of Technology, Sweden*;

José F. Gómez (*jfg@iaa.es*), *Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC), Spain*;

Hiroshi Imai (*k3830453@kadai.jp*), *Kagoshima University, Japan*;

**Lucero Uscanga* (*luscag@gmail.com*), *Universidad de Guanajuato, Mexico*; **Expositor*.

Las estrellas tipo water fountains (WFs) en su mayoría se encuentran en la fase de post-AGB y probablemente tienen masas iniciales bajas $\lesssim 4 M_{\odot}$. Presentan máseres de H₂O trazando flujos colimados de muy alta velocidad. Las WFs representan una de las primeras manifestaciones de pérdida de masa colimada en estrellas evolucionadas, por lo que podrían ser clave para entender el mecanismo de formación de las nebulosas planetarias. En este trabajo, presentamos los resultados de un proyecto internacional para el monitoreo de estrellas tipo WFs. En particular, analizamos la evolución espectral y espacial de los máseres de H₂O asociados a IRAS 18043–2116 observada con el telescopio de 45m en Nobeyama y el Australia Telescope Compact Array. Dichas observaciones se realizaron en varias épocas a lo largo de ~ 2.25 años con una cadencia de 2 meses aproximadamente.

16:30-16:45 **Mapas de Emisión Polarizada de Nebulosas Planetarias** *Amairani León García* (*amairani.leong@alumno.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*;

Carolina Marisol Aguilar Rivera (*carolinamar.cmar@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*;

Jair Vega Méndez (*jairveto@hotmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*;

Raquel Collado Islas (*raquel.collado@alumno.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*;

Laurence Sabin (*lsabin@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*;

Omar Serrano Bernal (*arthas@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*;

Omar Yam Gamboa (*oyam@uqroo.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Quintana Roo*;

Alejandro García Pérez (alexgp1194@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Abraham Luna Castellanos (aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Se presentan mapas de polarización lineal de un conjunto de Nebulosas Planetarias observadas en bandas del cercano infrarrojo (J, H, y K) con POLICAN+CANICA. Las observaciones se realizaron en el telescopio de 2m del Observatorio Astrofísico Guillermo Haro de Cananea Sonora. Una descripción general del conjunto de nebulosas planetarias, muestra un grado porcentual de polarización de unas pocas decenas, y una distribución esencialmente circunsimétrica del ángulo de polarización lineal observado. Esta distribución angular y grado de la polarización, concuerda con modelos por dispersión del polvo del medio circunestelar. Un análisis comparativo entre parámetros físicos y los parámetros de polarización, hecho por subcategorías (pos AGB, pre-planetaria y planetaria); muestra en general baja correlación. Sin embargo, algunos de los objetos observados presentan detalles peculiares que se analizarán.

16:45-17:00 “SONDA SOLAR PARKER - importancia-actualización-2022”. Manuel Alvarez *Manuel Alvarez Perez Duarte (alvarez@astro.unam.mx), Universidad de Colorado, Boulder, Colorado, EEUU; *Expositor.

La Sonda Solar PARKER, lanzada el 12 de agosto de 2018, está en órbita entre la distancia de la órbita de Venus y el Sol. Se tienen programados 24 perihelios y 7 “acercamientos” con el planeta Venus para frenar su velocidad de modo que en sucesivas trayectorias, la Sonda Parker se acerque mas a la superficie del Sol, hasta alcanzar la mínima distancia de 9.8 Rs en junio de 2025. En sus primeros perihelios, la sonda solar se acercó a 35.6 radios solares (Rs); en los siguientes perihelios se irá acercando a la superficie solar hasta alcanzar en su órbita 24 en junio de 2025, la distancia 9.8 Rs de su superficie. Los experimentos propuestos, tienen como finalidad estudiar “in situ” el plasma que integra la Corona Solar (atmósfera exterior) y determinar las condiciones imperantes en esa “tenue” atmósfera. • Los principales asuntos que deseamos comprender está el “calentamiento” de la atmósfera, la superficie del Sol tiene una temperatura de 5,500^o C, • unos pocos miles de kilómetros arriba, existe otra región solar con densidad baja, cuya temperatura de ionización, supera el millón de grados Kelvin. • Además, se desea conocer el mecanismo para acelerar al plasma del “viento solar supersónico” que sale de la superficie del Sol al espacio interplanetario. • Hablaremos de los principales resultados obtenidos con los “grupos de experimentos” a bordo de la Sonda Parker. • Aún quedan muchas preguntas que puedan ser consideradas durante los siguientes pasos de la Sonda Parker en el medio interplanetario y sus acercamientos a la superficie del Sol. • La propuesta de la Sonda Solar Parker sigue siendo de fundamental impor-

tancia y los resultados que se han obtenido han permitido comprender algunos de los mecanismos físicos de relevancia sobre la generación de los fenómenos observados en esta extensa región de la atmósfera solar.

17:00-17:15 Evaluación de las capacidades de MAJIS/JUICE para el estudio de la atmósfera de Júpiter en base a la caracterización de sus detectores VIS-NIR. Ann C. Vandaele (a-c.vandaele@aeronomie.be), Royal Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Bélgica;

Clément Lauzin (clement.lauzin@uclouvain.be), Institute of Condensed Matter and Nanosciences (NAPS), Université Catholique de Louvain, Bélgica;

Paolo Haffoud (paolo.haffoud@u-psud.fr), Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS), Francia;

François Poulet (francois.poulet@ias.u-psud.fr), Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS), Francia;

Nuno Pereira (nuno.pereira@aeronomie.be), Royal Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Bélgica;

David Bolsée (david.bolsee@aeronomie.be), Royal Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Bélgica;

Justin Erwin (justin.erwin@aeronomie.be), Royal Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Bélgica;

Manuel López-Puertas (puertas@iaa.es), Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), España;

Séverine Robert (severine.robert@aeronomie.be), Royal Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Bélgica;

*Miriam E. Cisneros-González (miriam.cisneros@uclouvain.be), Institute of Condensed Matter and Nanosciences (NAPS), Université Catholique de Louvain, Bélgica; *Expositor.

MAJIS (Moons And Jupiter Imaging Spectrometer) es uno de los instrumentos clave a bordo de la próxima misión especial a Júpiter JUICE (Jupiter ICy Moons Explorer). MAJIS es un espectrógrafo con la capacidad de brindar imágenes hiperespectrales en dos rangos: visible e infrarrojo cercano (VIS-NIR) de 0.5 μ m a 2.35 μ m, e infrarrojo (IR) de 2.25 μ m a 5.54 μ m. A pesar de que la atmósfera de Júpiter ha sido ampliamente estudiada, todavía existen muchas incógnitas, tales como los procesos químicos que ocasionan la coloración de las nubes, o las propiedades físicas de los aerosoles más profundos. Se espera que MAJIS ofrezca mayor información sobre la composición, estructura, dinámica y evolución de la atmósfera de Júpiter, así como la caracterización de los aerosoles que se relaciona principalmente con el rango VIS-NIR. Por lo tanto, es de nuestro interés evaluar las capacidades que MAJIS proporcionará para cumplir con dichos objetivos científicos. Para esto, es necesario conocer el desempeño de sus detectores y simular diferentes observaciones. Los detectores VIS-NIR de MAJIS fueron caracterizados en el Real Instituto de Aeronomía Espacial

de Bélgica en 2020 y actualmente se lleva a cabo el análisis de las imágenes obtenidas. Por otro lado, es necesario contar con un modelo de Transferencia Radiativa (TR) en el que se pueda analizar el comportamiento de la luz a través de la atmósfera de Júpiter en el rango espectral de interés. ASIMUT-ALVL es un código TR ampliamente utilizado en el estudio de las atmósferas de Venus y Marte, que recientemente se ha actualizado para incluir el estudio de la atmósfera de Júpiter. En este trabajo se abordará el instrumento desarrollado para la caracterización de los detectores, el modelo de transferencia radiativa utilizado, y las simulaciones preliminares obtenidas a raíz de este trabajo de investigación.

17:15-17:30 México bajo la sombra de la Luna: rumbo a los eclipses solares de 2023 y 2024 *Nahiel Flores (nahieflores@gmail.com), Noche de las Estrellas; Giannina Dalle Mese Zavala (giannina@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; Esteban Castro (e_castro_a@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; José Franco (pepe@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía-UNAM-CU; Daniela Tarhuni (daniela.tarhuni@gmail.com), Escuela Nacional de Estudios Superiores-UNAM Mérida; René taka (r.ortega@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica -UNAM; Eduardo Hernández Carrillo (eduardosalac@gmail.com), Planetarium Torreón; Aida Kirichenko (aida@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía-UNAM-Ensenada; *Raúl Mújica García (rmujica@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor. Fernando Ávila Castro (favidlac@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía-UNAM-Ensenada;*

En los dos años siguientes, dos eclipses solares serán visibles desde territorio mexicano, uno anular, el 14 de octubre de 2023 y otro total, el 8 de abril de 2024. A finales de 2020 se reunieron representantes de diversas instituciones de investigación astronómica, universidades, sociedades astronómicas, planetarios, distribuidores de telescopios y organizaciones de la sociedad civil, para conformar el Comité Nacional de Eclipses México. El objetivo principal del Comité es que el público en general pueda observarlos y disfrutarlos con todas las medidas de seguridad, pero también se debe aprovechar que estos dos eclipses son una gran oportunidad para acercar el conocimiento científico a los más jóvenes y de esta manera despertarles vocaciones científicas. En este trabajo les presentamos detalles de los eclipses, así como las actividades de cada uno de los grupos de trabajo, entre los que se han distribuido las diversas tareas, a los que, nuevamente, les invitamos a sumarse.

17:30-17:45 Caracterización Holística de Cúmulos Estelares Jóvenes **Carlos Román Zúñiga (croman@*

*astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM, sede Ensenada; *Expositor.*

Ricardo López Valdivia (rlopezv@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM, sede Ensenada; Mauricio Tapia Ibarquengoitia (mt@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM, sede Ensenada; Jesús Hernández Alarcón (hernandj@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM, sede Ensenada; Lucía Adame Villanueva (adame@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM, sede Ensenada;

La fase de pre-secuencia principal de la evolución estelar aún no se puede caracterizar con la precisión que podemos hacerlo para poblaciones estelares evolucionadas (e.g. poblaciones estelares simples). Las estrellas jóvenes son fuertemente variables, están muchas veces aún embebidas en el gas que se formaron, y en muchos casos asociar la membresía de una fuente a una región de formación estelar o un grupo estelar joven no es trivial. Haremos un recuento de nuestro trabajo en este problema, cuya muestra guía consiste en una muestra de varios miles de fuentes observadas con los espectrógrafos APOGEE de las fases IV y V del Sloan Digital Sky Survey. Particularmente mostraremos cómo la precisión en la determinación de parámetros espectroscópicos, físicos y cinemáticos de las estrellas jóvenes depende por un lado de las propiedades intrínsecas de las fuentes (e.g. tipo espectral), de la porción del espectro electromagnético que se use, y por otro lado de la precisión con la que podemos actualmente ajustar modelos de atmósferas estelares, determinar distancias (Gaia no es tan preciso en regiones con alta extinción) o determinar la presencia de material circumestelar. Mostraremos una comparación de resultados obtenidos con métodos del SDSS y el código multiparamétrico TONALLI, desarrollado en el IAUNAM Ensenada (Adame et al.), así como nuestros primeros pasos hacia una caracterización de las abundancias químicas precisas en miembros de regiones de formación estelar cercanas.

17:45-18:00 Determinación de parámetros estelares en objetos estelares jóvenes *Jesús Omar Hernández Alarcón (hernandj@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Carlos Gerardo Román Zúñiga (croman@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía sede Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México;

Lucía Adame Villanueva (ladame@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Ricardo López Valdivia (rlopezv@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los objetos estelares jóvenes (YSOs por sus siglas en inglés) se encuentran en las etapas tempranas de su evolución, la llamada fase de pre-secuencia principal (FPSP). El entendimiento y caracterización de esta etapa es fundamental para mejorar nuestro conocimiento acerca de

la formación y evolución estelar. La caracterización de la FPSP consta del análisis y determinación de parámetros estelares, entre otros, la temperatura efectiva, gravedad superficial, velocidad de rotación, y la composición química. Desafortunadamente, la determinación de parámetros estelares es una tarea complicada debido a la naturaleza variable de los YSOs, a las deficiencias de los modelos teóricos para reproducir las observaciones, y a la falta de muestras extensas de YSOs observados. En los últimos años, el sondeo Sloan Digital Sky Survey (SDSS) a través del programa APOGEE-2, ha logrado obtener miles

de espectros infrarrojos de alta resolución espectral ($R = 22,500$) en diferentes regiones de formación estelar, lo cual nos brinda, por primera vez, la posibilidad de caracterizar de manera homogénea la FPSP. En esta plática presentaré la determinación de parámetros estelares en YSOs a través de espectros infrarrojos de APOGEE-2 y el código Tonalli. Me enfocaré en una muestra de YSOs de baja masa (tipo espectral K0-M5) localizados en la región de Tauro-Auriga. Compararé dichos parámetros con valores determinados previamente y discutiré las principales diferencias y similitudes.

Astrofísica
Salón Luna (A)

[08:30-09:00] Estudio de las estrellas más masivas en la era del telescopio espacial Webb *Aida Wofford (*awofford@astro.unam.mx*), Instituto Astronomía, Ensenada, UNAM; *Expositor.

Las estrellas masivas tienen masas mayores o iguales a aproximadamente 10 veces la masa de nuestro Sol. Pueden llegar a ser tan luminosas como cien mil o un millón de veces la luminosidad del sol. Gracias a esto, las estrellas muy masivas se pueden observar a grandes distancias. Conjuntos de estas estrellas se pueden observar inclusive a distancias correspondientes a la época del Universo en la que se formaron las primeras estrellas y galaxias. Las estrellas masivas son de gran relevancia para el ser humano porque produjeron elementos químicos que son clave para nuestra existencia. Por otro lado, sus vientos y explosiones tipo supernova tienen un gran impacto en la evolución de las galaxias. Dada su importancia para el ser humano y la astrofísica, conjuntos de estas estrellas serán estudiados por el telescopio espacial Webb (JWST) y futuros grandes telescopios terrestres. En esta plática hablaré sobre el trabajo que hemos realizado junto con colaboradores nacionales e internacionales para entender mejor a estas estrellas y su evolución. Así, mismo, hablaré sobre algunas de las cosas importantes que esperamos encontrar respecto a estos objetos, utilizando nuevos modelos y futuras observaciones con el JWST y otros telescopios.

[09:00-09:15] Estimación de Parámetros Fundamentales de Estrellas Tipo O Utilizando Redes Neuronales Recurrentes. Silvana Navarro Jiménez (*silvana.navarro@academicos.udg.mx*), Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM), Universidad de Guadalajara;

Celia Rosa Fierro Santillán (*celia.fierro.estrellas@gmail.com*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares;

Luis José Corral Escobedo (*luis.corral@academicos.udg.mx*), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara;

*Miguel Flores Rodríguez (*miguel.flores9098@alumnos.udg.mx*), Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara; *Expositor.

En este trabajo se propone la implementación de un sistema de redes neuronales recurrentes para estimar temperatura efectiva, gravedad superficial y luminosidad en estrellas tipo O. Los resultados presentados forman parte de un proyecto doctoral cuyo objetivo final es el desarrollo de un sistema capaz de ajustar automáticamente modelos

de espectros estelares y determinar los parámetros físicos fundamentales de estrellas observadas. En estudios previos, se estableció la mejor manera de ajustar un modelo estelar utilizando diferentes modelos de aprendizaje automático y dos métodos principales: la clasificación de los modelos de espectros estelares y la estimación de los parámetros físicos en una rutina de regresión bajo la caracterización de espectros estelares utilizando la medición de anchos equivalentes. De acuerdo a esto, se presentan los resultados de la implementación de un conjunto de redes neuronales recurrentes entrenadas con una base de datos de modelos de espectros estelares y predicciones sobre espectros observados de estrellas tipo O. Además, mostramos la implementación de perfiles de líneas de absorción y emisión en el proceso de entrenamiento de las redes.

[09:15-09:30] Tonalli: caracterizando estrellas jóvenes con un algoritmo genético asexual. Ricardo López Valdivia (*rlopezv@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Sede Ensenada;

Jesús Omar Hernández Alarcón (*hernandj@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Sede Ensenada;

Carlos Román Zúñiga (*croman@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Sede Ensenada;

*Lucía Adame Villanueva (*ladame@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Sede Ensenada; *Expositor.

En este trabajo presentamos tonalli, un código implementado en Python, el cual emplea un algoritmo genético asexual exitoso (AGA, Cantó et al 2009) para encontrar el modelo de mejor ajuste, y por lo tanto, los parámetros físicos, de espectros estelares en la banda H del cercano infrarrojo observados con APOGEE (Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment, Majewski et al 2017). Los espectros observados son comparados de manera aleatoria y eficiente contra una biblioteca de espectros sintéticos (a elegir: MARCS, Phoenix, SpecModels, BT-NextGen) que son interpolados internamente. Esto diferencia a tonalli de códigos como ASPCAP o IN-SYNC, los cuales adoptan una única biblioteca sintética (MARCS y Phoenix, respectivamente) para realizar el ajuste de los espectros observados. Nuestro código tonalli resuelve el problema de optimización al minimizar la figura de mérito χ^2 , que es una medida de la aptitud de los espectros que son interpolados para ajustar el espectro observado. Una vez que se encuentra el espectro interpolado sintético con la menor χ^2 , los parámetros estelares, así como los intervalos de confianza, son obtenidos. Encontramos que los valores estelares obtenidos con tonalli (como la me-

talidad, la abundancia de elementos alfa, el logaritmo de la gravedad superficial y la temperatura efectiva de la estrella, así como sus velocidades rotacional y radial) dependen de la biblioteca de espectros sintéticos adoptada para realizar la comparación. Nuestra herramienta no solo permite establecer intervalos de temperatura-gravedad superficial donde las bibliotecas tienen concordancias (que pueden tener una dependencia adicional en la edad estelar), sino además, develar dónde es posible adecuar las bibliotecas de espectros sintéticos a relaciones empíricas obtenidas por observaciones tanto en el infrarrojo como en otros intervalos del espectro electromagnético.

10:00-10:30 Investigando el origen de los estallidos en binarias de enanas blancas *Liliana Rivera Sandoval (*liliana.riverasandoval@utrgv.edu*), *The University of Texas Rio Grande Valley*; *Expositor.

Las binarias de enanas blancas con periodos ultracortos o AM CVns tienen órbitas de menos de 70 min. Debido a sus órbitas ultracompactas son fuentes importantes de ondas gravitacionales de baja frecuencia y son excelentes laboratorios para estudiar el proceso de transferencia de masa en condiciones extremas. Una fracción de estas binarias muestran estallidos. Sin embargo, los procesos que dan lugar a esos eventos no son claros. En esta charla, discutiré lo que sabemos sobre la acreción en AM CVns, incluyendo observaciones recientes que desafían a los modelos tradicionales, revelando así la existencia de otros procesos de transferencia. También enfatizaré la importancia de cuantificar la influencia de esos procesos recientemente descubiertos no sólo en la evolución de AM CVns, sino también en la tasa de detección de estas binarias con observatorios espaciales de ondas gravitacionales tales como LISA.

Astrofísica
Salón Luna (A)

10:30-10:45 MEGASTAR, the stellar spectral library of MEGARA at GTC *Esperanza Carrasco Licea (*bec@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; *Expositor.

MEGASTAR is the high resolution MEGARA-GTC stellar library spectra, observed with $R \sim 20000$ in the spectral intervals 6420-6790 Å and 8370-8885 Å, centered in the H α and CaT, respectively. MEGASTAR was born as a necessity of MEGARA and GTC for having an empirical stellar library to interpret the observations obtained with MEGARA of more complex systems such as star clusters and galaxies. We will use the atlas to predict the properties of single stellar populations based on the evolutionary synthesis models HR-py-PopStar. The first release was published in 2021. I will report the work in progress on the determination of the stellar parameters, namely effective temperature, surface gravity and metallicity for about 350 stars cooler than B3 with the normalized spectra to the continuum, the new observations, and the planned second release to become public before the end of 2022. MEGASTAR is a legacy project for the community, and its data and products are available through a public webpage.

10:45-11:00 Dos décadas de estudios infrarrojos detallados de regiones galácticas de formación estelar de mediana y alta masa Paolo Persi (*paolo.persi@inaf.it*), *Istituto Nazionale Astrofisica-Istituto Astrofisica e Planetologia Spaziale, Italia*; Miguel Roth (*mroth@gmto.org*), *Giant Magellan Telescope Organization, Santiago, Chile*; *Mauricio Tapia (*mt@astro.unam.mx*), *Instituto de Astronomía, UNAM, Ensenada*; *Expositor.

Se presenta una compilación de los resultados de un programa de largo plazo consistente en estudios observacionales infrarrojos detallados de regiones de formación estelar reciente de mediana y alta masa sujetos a varios ambientes de nuestra galaxia. Se especifican las propiedades físicas de las poblaciones (proto)estelares embebidas que fueron derivadas para algunas docenas de regiones específicas. Se incluyen subregiones de complejos moleculares gigantes (como NGC 6334 y NGC 3372), así como regiones menos masivas en relativo aislamiento. Se discuten las dispersiones de edades dentro de estas regiones y su origen, como la formación estelar secuencial.

Enseñanza
Salón Luna (B)

16:00-16:30 **Vínculo de la teoría con la práctica para la sección de las cónicas en la asignatura de Matemáticas de la UANL.** *Arturo Alberto Castillo Guzmán (arturo.castilloz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;*

**Juan Carlos Ruíz Mendoza (juancr1@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Se diseñó un dispositivo óptico, para la realización de actividades en el salón de clase orientadas a la comprensión de los conceptos matemáticos, principalmente en la asignatura de Matemáticas en la sección de cónicas: parábolas, circunferencias, elipses e hipérbolas. Aquí se comprueba experimentalmente por las leyes de la reflexión los conceptos asociados a las cónicas, y se dan ejemplos de la aplicación de las cónicas en el contexto social. Para ello se definen los conceptos de las leyes de reflexión y refracción de la luz, así como las distancias focales de lentes convergentes como parte esencial para la utilización del manejo del dispositivo óptico sección cónicas. Además, se utilizó un software como apoyo a la modelación para determinar sus regularidades y, se espera que a través de estos dos medios en que en una misma actividad docente: se observe, se modele, se interprete, se argumente, y se verifique lo estudiado. Se realizó encuestas para conocer la opinión de los estudiantes respecto a estos dos medios de la forma de explicar las cónicas, en el salón de clase, y se espera en el futuro implementarlo como laboratorio experimental en el área de matemáticas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UANL, México.

16:30-16:45 **Simulador interactivo de bajo costo como herramienta enseñanza/aprendizaje referente a tiro parabólico incluyendo inclinación del plano de lanzamiento. Implementado en S4A y controlado mediante un mando externo diseñado en SolidWorks.** *Victor Hugo Teutli Campos (hugo.teutli@cap.edu.mx), Colegio Americano de Puebla;*

Pamela Hernández Montero (a01736368@tec.mx), Tecnológico de Monterrey;

**Alberto Uriel Rivera Ortega (meatronica00@hotmail.com), Colegio Americano de Puebla; *Expositor.*

Se propone una simulación interactiva como herramienta enseñanza/aprendizaje para la observación del fenómeno físico del tiro parabólico, incluyendo el caso general de llevarse a cabo en un plano inclinado. Mediante un control externo diseñado en SolidWorks y conectado a una tarjeta Arduino Uno programada con S4A (Scratch para Arduino), es posible manipular las variables de entrada de este fenómeno; como son: velocidad, ángulo de dispa-

ro y ángulo de inclinación del plano (este último con el uso de un acelerómetro incorporado al control externo). Esta herramienta se ha implementado en pequeños grupos estudiantiles para su aprendizaje obteniendo resultados y comentarios muy favorables tanto de estudiantes como profesores. La simulación cuenta además con un modo de "juego" que solicita al usuario modificar las variables de entrada para que el proyectil alcance un objetivo que aparece de manera aleatoria; reforzando así los conceptos involucrados. Si el objetivo es alcanzado, el control comenzará a vibrar.

16:45-17:00 **Laboratorio de Electromagnetismo: una experiencia docente durante el confinamiento por la pandemia de COVID-19.** *Diego Quetzalcóatl Vidal González (quetzi@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

Luis Enrique Martínez Navarro (e_navarro@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Ixchel Hernández Hernández (ixchelhernandez@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Laura Jazmín González Rangel (laura.gzr29@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Miguel Ángel Flores Morales (miguel-flores@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Alfonso Enrique Hernández López (enriquehl@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Javier Miranda Martín Del Campo (miranda@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El confinamiento obligado por la pandemia de COVID-19 hizo que docentes, alumnos y autoridades aprendieran diversos métodos de enseñanza a distancia. La carrera de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM, incluye un curso de Laboratorio de Electromagnetismo, en 4° semestre. En este trabajo se describe su impartición en el semestre 2022-1, mediante la entrega a los alumnos de un paquete con instrumentación básica de bajo costo, junto con otros materiales necesarios. Así, cada uno de ellos hizo los experimentos en su casa, cubriendo el programa de la materia. Cada semana se hizo una presentación vía *Google Meet* para explicar objetivo, conceptos físicos, procedimiento experimental y método de análisis de datos, dejando el material disponible en todo momento y se dio otra sesión para desarrollar el experimento. Cuando no se contaba con el equipo necesario, se recurrió a simulaciones de diversos sitios, además de recomendar videos. Se completó el curso con un proyecto desarrollado por equipos. El resultado del curso fue positivo, dado que los alumnos

demonstraron haber aprendido a manejar el equipo básico, proponer mejoras y un experimento, así como a plasmar por escrito su trabajo.

17:00-17:30 **Uso de tarjetas gráficas de videojuego como herramienta de enseñanza para el cálculo de soluciones de sistemas físicos** *Roy Adrián Cumberbatch Cortés (raccful@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Ricardo Méndez Fragoso (rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Hoy en día las herramientas de computación a la que los alumnos tienen acceso es ampliamente utilizada para su educación. Es muy común que se utilicen simulaciones numéricas para encontrar soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias o parciales que representan fenómenos físicos. Sin embargo, estos se pueden complicar y ralentizar rápidamente cuando se trata de incorporar más realismo a dichas simulaciones. El poder de cómputo que se tiene en la actualidad es muy diverso y la incorporación de tarjetas de video juego, que utilizan los alumnos para divertirse, se pueden utilizar desde un punto de vista académico para realizar simulaciones computacionales de sistemas físicos complicados que requieren de cómputo en paralelo. En la presente contribución se muestra la forma de incorporar estas herramientas en simulaciones de campo acústico y algunas situaciones electrostáticas (soluciones de la ecuación de Laplace).

17:30-17:45 **Evaluación formativa en un curso de física usando la herramienta interactiva de Kahoot** *Oswaldo Aquines Gutiérrez (osvaldo.aquines@udem.edu), Universidad de Monterrey; Humberto Martínez Huerta (humberto.martinezhuerta@udem.edu), Universidad de Monterrey;*

**Ajax Santos Guevara (ajax.santos@udem.edu), Universidad de Monterrey; *Expositor.*

Si el aprendizaje activo es una estrategia que hace que un estudiante haga algo más que escuchar, ver y tomar apuntes; ¿cómo nos aseguramos, durante la pandemia, que esta estrategia continúa siendo efectiva? ¿Cómo nos aseguramos que las actividades diseñadas para ser respondidas en línea consiguen el propósito que el alumno discute, reflexiona, evalúa, predice, etc.; y que aprendan de una manera más profunda? La evaluación formativa nos proporciona una forma de conocer su nivel de comprensión, ideas previas e incluso nos permite tomar decisiones en cuanto a si es necesario reforzar, repasar o cambiar la manera en que se está abordando un cierto tema. Otro aspecto importante de la evaluación formativa es que requiere de una retroalimentación lo más inmediata posible, y es por ello que en este trabajo se muestran algunas de las ventajas de utilizar la herramienta interactiva de Kahoot en el curso de Física 2 (Fluidos y Termodinámica).

17:45-18:00 **Importancia del lenguaje en la enseñanza de la Física, principalmente a nivel medio superior.** **Samuel Maca García (samuel.maca@iems.edu.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La Física es una de la Ciencias que más temen los estudiantes del nivel medio superior, debido en varias ocasiones a la poca claridad en la enseñanza de los principios, leyes y conceptos temáticos de los cursos impartidos; lo que es más notorio en algunos de los sistemas educativos en los cuales los alumnos ingresan con competencias básicas poco desarrolladas. En este trabajo se tratan de destacar algunas de las situaciones en las que el lenguaje causa confusión o favorece el poco entendimiento de los contenidos temáticos de los alumnos del nivel medio superior, sobretodo visto en los estudiantes del Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México.

Física Cuántica
Salón Luna (B)

08:30-09:00 Rapidez de evolución en sistemas fermiónicos enredados *Andrea Valdés Hernández (andrea.vh@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.
Sahory Andrea Canseco Jiménez (sahorycj@hotmail.com), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Consideramos el sistema de fermiones idénticos más sencillo que presenta el fenómeno de enredamiento (más allá de las correlaciones de intercambio) para analizar su rapidez de evolución hacia un estado ortogonal, y estudiamos la relación entre dicha rapidez y la cantidad de enredamiento fermiónico. Mediante la caracterización del límite de rapidez cuántico y de los tiempos de ortogonalidad, ahondamos en la estructura de los estados que evolucionan más rápido y más lento. Tal caracterización se aplica no solo a los sistemas fermiónicos de interés, sino también a una amplia familia de estados de 6 niveles, independientemente de la naturaleza del sistema. Mostramos, además, que para ciertas clases de estados existe una relación entre la rapidez de evolución y el enredamiento entre fermiones, complementando con ello estudios previos sobre la conexión entre rapidez de evolución y enredamiento en sistemas compuestos por qubits distinguibles o por bosones idénticos.

09:00-09:15 Sistema cuántico de tres osciladores armónicos Horacio Olivares Pílon (horop@xanum.uam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;
Adrián Mauricio Escobar Ruiz (admau@xanum.uam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;
*Fidel Montoya Molina (montoyafidel99@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

En esta plática se considera un sistema cuántico de 3 partículas idénticas unidas por resortes en \mathbb{R}^3 . Alrededor de su posición de equilibrio, cualquier potencial de 3 masas puntuales idénticas con interacciones (por pares) puede ser aproximado mediante este sistema de tres osciladores acoplados. El potencial correspondiente está dado por la siguiente expresión: $V(r_{12}, r_{13}, r_{23}) = 2\omega^2 [(r_{12} - R)^2 + (r_{13} - R)^2 + (r_{23} - R)^2]$ donde $r_{ij} = |\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|$, $i, j = 1, 2, 3$, son las distancias relativas entre las partículas, $\omega > 0$ es un parámetro y R representa la distancia de equilibrio del sistema. En el caso especial $R = 0$, el sistema admite separación de variables, es superintegrable y exactamente soluble. Sin embargo, para $R > 0$ no se conoce ninguna solución exacta de la ecuación de Schrodinger, y es interesante que el sistema clásico presenta caos. Calculadas mediante el método de la malla

de Lagrange, uno de los más precisos que existen en la actualidad, se presenta la energía y las funciones de onda de los primeros estados excitados del sistema con momento angular total igual a cero (estados s). Se discuten algunas aplicaciones del modelo en sistemas Coulombianos atómicos y moleculares. Este trabajo representa la continuación del estudio: Adrian M. Escobar-Ruiz and Fidel Montoya, Generalized three-body harmonic oscillator system, Acta Polytechnica 62(1):50–55, 2022.

09:15-09:30 Semiclassical Description of the Quantum Damped Harmonic Oscillator Hector Hugo Hernández Hernández (hherandez@uach.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;
*Carlos Raul Javier Valdez (crjavieru97@gmail.com), Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

An analysis of the quantization of the damped harmonic oscillator is presented. To this end, we study three approaches: the Feshbach-Tikonchinsky quantization of the Bateman Hamiltonian, the solution given by the employment of the Lindblad master equation, and the semiclassical description of the Bateman Hamiltonian given by the momentous quantum mechanics. From the Feshbach-Tikonchinsky method, we observed that despite its sophistication, the energy eigenvalues obtained are complex, and the uncertainty relation evolution decays to zero. The solution given by the Lindblad master equation on the other hand, provides a description that holds the Heisenberg uncertainty and shows how the energy of the quantum damped harmonic oscillator decays to the energy levels given by the environment. The momentous quantum mechanics allows to study the quantum corrections the Bateman's dual Hamiltonian undergoes when is quantized. From this, we are able to show and compare under which conditions the solution obtained by this method is similar to the one given by the Lindblad master equation. Obtaining, that the evolution given by the momentous quantum mechanics is the case when the system of interest in the Lindblad approach, is isolated from the environment. We discuss what are the problems present in the quantization of the Bateman Hamiltonian, and how it is that the semiclassical formulation overcomes those shortcomings.

10:00-10:30 Transformación continua entre mapas dinámicos no Hermíticos y Lindbladianos Jorge Baños Gutiérrez (chocks95@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;
*Daniel Finkelstein-Shapiro (daniel.finkelstein@iquimica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Tanto los hamiltonianos no hermíticos como los semigrupos dinámicos dan como resultado mapas útiles para des-

cribir sistemas cuánticos abiertos que interactúan con diferentes tipos de medios ambientes. El primero permite intercambio de densidad de partículas y hace que la matriz de densidad de desvanezca a tiempos largos mientras que el segundo permite intercambio de energía con un baño y preserva la traza de la matriz de densidad. En este trabajo presentamos una generalización de los generadores de la dinámica que tiene como límites ambos casos, y que permite por primera vez una transformación continua de uno a otro. El mapa dinámico resultante evoluciona la matriz de densidad de manera que a tiempos largos pueda tener una traza entre cero y uno. El problema requiere la solución de problemas de valores propios no lineales y sugiere espacios auxiliares nuevos de relevancia para los sistemas cuánticos abiertos.

10:30-10:45 Solución al ansatz de Landau para una partícula cuántica inmersa en un campo magnético y eléctrico estático *Gustavo Lopez Velazquez (gulopez@cencar.udg.mx), Universidad Autonoma de México;*

**Jorge Alfonso Lizarraga Brito (jorge.a.lizarraga.b@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

A pesar de haber sido aceptado por casi 70 años, la solución de Landau para una partícula cuántica inmersa en un campo magnético estático descrita por el Hamiltoniano

$$\hat{H} = \frac{1}{2m} \left(\hat{P} - \frac{q}{c} \hat{A} \right)^2 \quad (1)$$

no deja de ser un *ansatz* con incongruencias matemáticas y físicas, por ejemplo, la no separabilidad de la ecuación diferencial y su contradicción con el teorema de Herenfest. Se han encontrado soluciones completas para estos caso tanto para la norma de Landau como para la norma simétrica que están libres de las incongruencias mencionadas. La misma situación ocurre en el caso en que se añade un campo eléctrico estático al cual también hemos brindado una solución exacta al problema.

10:45-11:00 Producción de entropía en caminatas aleatorias cuánticas *Francisco Javier Sevilla Pérez (fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Sebastián Alvarado Pérez (sebastiao239@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La producción de entropía durante la evolución temporal de sistemas compuestos tiene un carácter central para la medición y transferencia de información. En este trabajo se presenta un análisis de la producción de entropía en caminatas aleatorias cuánticas discretas, dichas caminatas se llevan a cabo en redes de diversas estructuras, haciendo énfasis en redes de Watts-Strogatz caracterizadas por la propiedad de mundo pequeño.

Física Atómica y Molecular
Salón Luna (B)

Sociedad Mexicana de Física

16:00-16:30 Cálculo de las fluctuaciones en la precisión de un gravímetro cuántico: alineación óptica y campo magnético. *José Mauricio López (jm.lopez@cinvestav.mx), Cinvestav Querétaro;*

José Ignacio Jiménez Mier Y. Terán (jimenez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Víctor Manuel Valenzuela Jiménez (vjimenez@uas.edu.mx), Universidad Autonoma de Sinaloa;

Fernando Ramírez Martínez (ferama@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Karina Jiménez García (karina.jimenezgarcia@cinvestav.edu.mx), Cinvestav Querétaro;

John Alexander Franco Villafañe (jofravil@ifisica.uaslp.mx), CONACyT - Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Neil Vladimir Corzo Trejo (neil.corzo@cinvestav.mx), neil.corzo@cinvestav.mx;

Eduardo Gómez García (egomez@ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física, UASLP;

Efraín Ossmar Díaz Pérez (ossmardiaz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Ricardo Méndez Fragoso (rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En la colaboración Grávico, se ha trabajado en el desarrollo de un gravímetro cuántico portátil para medir el valor de g utilizando interferometría atómica de ^{87}Rb . La precisión que tendrá este dispositivo es de 1 mGal, y permitirá identificar estructuras subterráneas en la corteza terrestre de forma no intrusiva. Para lograrlo es necesario tener un control minucioso de las variables involucradas en el proceso interferométrico de medición, tales como la alineación del sistema óptico, vibraciones propias del sistema, campo magnético, etc. En este trabajo se reporta el cálculo teórico que introduce la alineación de los láseres contrapropagantes en el proceso de medición, y la afectación del campo magnético a lo largo del vuelo de la nube atómica. Se hace una comparación de las ventajas y desventajas cuando la medición se realiza cuando la nube atómica se encuentra en caída libre o en vuelo tipo fuente. Finalmente se presenta una comparación entre las diferentes situaciones posibles y como afectan sus aplicaciones en campo. Financiamiento: FORDECYT

16:30-16:45 Enfocamiento y propagación no lineal de haces de materia *Emerson Sadurní Hernández (sadurni@ifuap.buap.mx), Instituto de Física Ing. Luis Rivera Terrazas, BUAP.;*

**Misael Mirón Monterrosas (mmm239511@gmail.com), Instituto de Física Ing. Luis Rivera Terrazas, BUAP.; *Expositor.*

En este trabajo se presenta el entendimiento y los resultados de cómo se puede controlar la propagación de un haz coherente de bosones usando difracción y fenómenos de

interferencia en la ecuación no lineal de Gross-Pitaevskii. Los sistemas considerados son el de un haz coherente incidente en una barrera semi infinita y en una rendija, para luego generar los efectos difractivos. En ambas situaciones presentamos las soluciones analíticas en regímenes de tiempos cortos y largos en la evolución. Dichos resultados son comprobados mediante un método numérico alternativo que resuelve la misma ecuación diferencial. Además, se presentan algunas características importantes del fenómeno. En el caso del haz incidente sobre la rendija de difracción y tiempos cortos, presentamos un resultado importante que nos permite determinar el tiempo de enfocamiento del haz como función de la masa, ancho de la rendija y la longitud de dispersión de ondas s. Esta última propiedad es de mayor importancia ya que mediante el control de este parámetro se puede optimizar el proceso de enfocamiento.

16:45-17:00 Antiferromagnetismo cuántico y redes ópticas *Miguel Angel Bastarrachea Magnani (*bastarrachea@xanum.uam.mx*), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.

Los progresos recientes en arreglos experimentales de átomos fríos en redes ópticas han hecho posible crear orden antiferromagnético de largo alcance [1]. Esto ha revivido la cuestión sobre el movimiento de dopantes en redes antiferromagnéticas, cuya respuesta se encuentra conectada con el problema de la superconductividad de alta temperatura [2]. En este trabajo presentaré una revisión del problema de un agujero móvil que se puede pensar como un holón interactuando con ondas de espín en la aproximación de fermión esclavo y que se describe mediante el Hamiltoniano de t-J [3]. Usando la aproximación auto-consistente de Born (SCBA) es posible estudiar la estructura espacial del holón [4] y plantear perspectivas sobre las interacciones relevantes que llevan estados ligados de holones [5]. [1] D. Greif, et al., Science 340, 1307 (2013); J. Koepsell, et al., Nature 572, 358 (2019). [2] Y. A. Izyumov, Physics-Uspekhi 40, 445 (1997). [3] C. L. Kane, et al., Phys. Rev. B 39, 6880 (1989); G. Martinez and P. Horsch, Phys. Rev. B 44, 317 (1991). [4] A. Ramšak and P. Horsch, Phys. Rev. B 57, 4308 (1998). [5] K. K. Nielsen, MABM, T. Pohl, and G. M. Bruun, Phys. Rev. B 104, 155136 (2021).

17:00-17:30 Módulo primario de generación de radiación láser para tecnologías cuánticas Víctor Manuel Valenzuela-Jiménez (*vjimenez@uas.edu.mx*), Universidad Autónoma de Sinaloa; José Mauricio López-Romero (*jm.lopez@cinvestav.mx*), Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro; Dai López Jacinto (*dpezto@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

José Ignacio Jiménez Mier (*jimenez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Karina Jiménez-García (*karina.jimenezgarcia@cinvestav.mx*), Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro;

Eduardo Gómez García (*egomez@ifisica.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

John Alexander Franco Villafañe (*jofravail@gmail.com*), CONACYT – Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Jesús Flores Mijangos (*flores@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Neil Vladimir Corzo Trejo (*neil.corzo@cinvestav.mx*), Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro;

*Fernando Ramírez Martínez (*ferama@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se presenta el desarrollo en el ámbito del proyecto de colaboración GRÁVICO de un módulo primario de generación de radiación láser de bajo costo, alto desempeño y precisión metrológica. Este se ha concebido como una de las componentes básicas de un gravímetro atómico compacto y transportable, pero sus características de costo, robustez y desempeño lo constituyen como una alternativa de fabricación nacional de herramientas básicas para una amplia variedad de tecnologías cuánticas. Este módulo se compone en primer lugar de un láser de diodo de cavidad externa en configuración cat-eye con el que se ha demostrado la generación de radiación de 780 nm sintonizada a las resonancias de la línea D2 del rubidio atómico y anchos de línea de tan solo 200 kHz. Esto incluye la fabricación de una fuente de alimentación de muy bajo ruido, así como la incorporación de sistemas de servo-control para la estabilización de la frecuencia del láser a las resonancias atómicas mediante la técnica de espectroscopía de absorción saturada, el uso de un modulador electro-óptico alimentado por un generador de radio frecuencia y un sistema de control de tipo lock-in, además de PIDs para control de temperaturas. Se incluye también una etapa de amplificación de la radiación láser mediante un amplificador de fibra angostada (Tapered Amplifier) capaz de generar hasta 1W de potencia de salida. Las componentes de radiación son acopladas a fibra óptica para su distribución a los otros módulos que componen el gravímetro atómico, como el de modulación encargado de generar herramientas de control atómico o el sistema de vacío en donde serán realizadas mediciones de la gravedad mediante técnicas de interferometría con ondas de materia. El sistema completo estará contenido en un cajón comercial tipo rack de 19". Se agradece el apoyo del proyecto PAPIIT IN117120, así como al CONACYT a través de los proyectos Fronteras de la Ciencia 157, FORDECYT 297126 y LANMAC 315838.

17:30-17:45 **Modelos semiclásicos de enfriamiento por evaporación para gases degenerados cuánticos confinados en distintos potenciales externos** *Freddy Jackson Poveda Cuevas (jacksonpc@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Arturo Alejandro Arvizu Velázquez (space.didgerido@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La posibilidad de crear muestras gaseosas a temperaturas ultrafrías, ha proveído de nuevo conocimiento acerca del comportamiento de gases degenerados cuánticos. Para la producción de dichas muestras, los átomos son confinados en potenciales externos y luego son sujetos al proceso de enfriamiento por evaporación (EE). Esta técnica es utilizada para enfriar gases a temperaturas tan bajas como unas cuantas decenas de nanokelvins. Dicho proceso de enfriamiento consiste en remover los átomos más energéticos de una muestra gaseosa. Después de la remoción de los átomos más energéticos, la muestra vuelve a llegar al equilibrio a una temperatura más baja que la inicial. Este proceso se puede utilizar para enfriar muestras gaseosas que cumplan distintas estadísticas cuánticas, tales como: Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein y Fermi-Dirac. En este trabajo, presentamos tres modelos semiclásicos para el enfriamiento por evaporación de una muestra gaseosa confinada en un potencial externo que obedezca alguna de las tres estadísticas mencionadas. Además, dichos modelos permiten calcular la temperatura y el número de átomos restantes una vez que los átomos más energéticos se hayan removido y la muestra haya llegado nuevamente al equilibrio.

17:45-18:00 **Caracterización de las perturbaciones variacionales de fases de espín de BEC espinoriales**

con simetrías rotacionales *Francisco Mireles Higuera (fmireles@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Eduardo Serrano Ensástiga (edensastiga@ens.cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Condensados de Bose-Einstein (BEC) con espín diferente de cero como grado de libertad fueron creados por primera vez en 1998 [1], abriendo una nueva área de estudio en sistemas atómicos ultrafríos y de muchos cuerpos. El condensado obtiene fases de espín exóticas debido a las interacciones no triviales entre los espines, entre ellos hay varias fases con varias simetrías rotacionales que permiten estudiar física emergente tales como defectos topológicos no-abelianos (vórtices, skyrmions, etc.), entre otros [2]. La dependencia de estas fases de espín con la temperatura, en particular su estabilidad, se vuelve crucial para realizaciones experimentales. En esta charla, se caracterizan las variaciones perturbacionales cuando se pide que las fases de espín sigan teniendo una alta simetría rotacional específica. La caracterización se realiza a través de una generalización de la representación estelar de Majorana para estados mixtos de espín. Como aplicación de este formalismo, se calcula el diagrama de fases de espín-2 dependiente de la temperatura, usando la aproximación de Hartree-Fock [3]. E.S.-E. agradece la financiación a través de becas posdoctorales de CONACyT y DGAPA-UNAM. F.M. también agradece el financiamiento de DGAPA-UNAM a través del proyecto PAPIIT No. IN113920. [1] D. M. Stamper-Kurn, M. R. Andrews, A. P. Chikkatur, S. Inouye H.-J. Miesner, J. Stenger and W. Ketterle, Phys. Rev. Lett. 80, 2027 (1998). [2] Y. Kawaguchi and M. Ueda, Physics Reports 520, pp. 253-381 (2012). [3] E. Serrano-Ensástiga and F. Mireles, Phys. Rev. A 104, 063308 (2021).

Enseñanza
Salón Luna (B)

08:30-09:00 HELIO: PRESENTE Y FUTURO José Luis Hernández Pozos (jlhp@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;
Emmanuel Haro Poniatowski (haro@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;
César Augusto Guarín Durán (cesarguarin@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;
Luis Guillermo Mendoza Luna (luisgml@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;

*Aldair Villasana Barrera (aldair.viba@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;
*Expositor.

El helio es el segundo elemento más abundante en el universo, sólo por debajo del hidrógeno; este material puede verse desde diferentes perspectivas: como un elemento químico, un gas noble, como el mejor refrigerante de la naturaleza o como una nanomatriz fría ideal para ciertos experimentos. Sin embargo, en esta charla hablaremos del helio desde un punto de vista práctico, como materia prima para investigación y las aplicaciones (tanto en la industria como en la vida cotidiana), y se darán argumentos que servirán para entender por qué el helio es un recurso natural no renovable. Este es un tema que pocas veces se menciona, pero del que depende el progreso científico y tecnológico de la humanidad. También se discutirá la historia de los descubrimientos y avances en el almacenamiento de helio, así como los diversos momentos en que se ha sufrido la escasez de este recurso, abordando los últimos acontecimientos en el mundo, más específicamente la llamada “escasez 4.0 del helio”, que vivimos actualmente. Referencias [1] Fraknoi, Andrew, Morrison, David and Wolff, Sidney C. Astronomy. s.l.: OpenS tax, 2016. [2] Properties and uses of helium. Snyder, W. E. and Botoms, R. R. 1930, Industrial and Engineering Chemistry, pp. 1189-1191. [3] Magaña Solís, Luis Fernando. Los superconductores. 1997: Fondo de Cultura Económica. [4] Stop squandering helium. 2012, Nature, pp. 573-575.

09:00-09:15 Las ondas electromagnéticas y el experimento de Hertz, en tiempos modernos. Raúl Edgardo Torres Cano (raul.torres@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
Irving Gustavo Juárez Aguilar (tavo18@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
*José Antonio Vallejo Trejo (antoniovallejotrejo@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Victor Arturo Colonnier Huesca (leoartur2002@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Arturo Fernández Téllez (arturo.fernandez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

En 1865 Maxwell publica sus famosas ecuaciones y funda la Teoría de los campos electromagnéticos. A partir de estas ecuaciones Maxwell deduce la ecuación de onda y con esto predice la existencia de ondas electromagnéticas. Unos años después Heinrich Hertz construye un dispositivo para la generación y detección de ondas electromagnéticas, con el cual se demuestra lo predicho por Maxwell. En este trabajo se presenta una versión actualizada del experimento de Hertz. El experimento de Hertz “en tiempos modernos” que presentamos consisten en la recolección y análisis de datos implementando un circuito electrónico basado en la tecnología (Arduino) y un programa de computo de análisis de datos, basado en Python. A partir del arreglo experimental, consistente en un generador de alto voltaje conectado a una antena emisora para producir ondas electromagnéticas, que son captadas por una antena receptora que capta las señales analógicas. Después de convertir esta información a señales digitales, se procesan los datos para hacer el análisis del fenómeno ondulatorio. Utilizando herramientas matemáticas como transformadas de Fourier, estudiamos las propiedades de estas ondas, tales como su frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas. Palabras Clave: Ondas Electromagnéticas, Hertz, Arduino, Python

09:15-09:30 Cotas a momentos y energías para los casos justo relativista y ultra relativista *José Manuel Rivera Rebollo (riverareb7@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Albino Hernández Galeana (albinohega@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional;
Ricardo Gaitan Lozano (rgaitan@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Utilizando las fórmulas relativistas básicas para la energía de una partícula, y asignando diferentes valores típicos a sus velocidades, se obtienen diversas cotas de los momentos lineales, energías cinéticas y energías totales para los casos justo relativista y ultra relativista. Damos asimismo ejemplos de los valores que se encuentran para partículas tales como el pión, el protón, leptón tau, el bosón W, el Higgs y algunos de los quarks.

10:00-10:30 Enseñanza de mecánica a nivel universitario fuera del laboratorio mediante el uso de bicicleta y un dispositivo basado en Arduino.

**Plutarco Alejandro Constantino González Y Hernández (agh@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

José Luis Del Rio Valdés (jluisdru@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

En el primer año de la Universidad se enseña a los alumnos mecánica clásica. Se comienza con la cinemática, donde se introducen conceptos importantes del movimiento de una partícula. La cinemática es comúnmente referida como la geometría del movimiento, y es tomada como una rama de las matemáticas. Esta aproximación matemática del movimiento es difícil de entender para los estudiantes, por lo que proponemos una forma interactiva de hacerlo. Para ello se usó un dispositivo con Arduino y con GPS, el cual montamos en una bicicleta para medir posición, velocidad y aceleración, se siguió una ruta dentro del campus de la UNAM y se visualizó este movimiento en la aplicación de Google Earth, se convirtieron las coordenadas a UTM y a coordenadas locales en metros para el análisis gráfico de los datos. Los resultados fueron muy interesantes, ya que se pudo identificar distintos tipos de movimiento que experimenta una persona manejando la bicicleta, como velocidad constante o aceleración constante en una y dos dimensiones. Con estos datos se puede calcular la energía cinética, la energía potencial debido a la gravedad y la energía mecánica total para saber cómo es compartida a lo largo de un viaje completo en bicicleta. Creemos que es una excelente estrategia de enseñanza, para que los estudiantes aprendan los conceptos de la cinemática, experimentando con el movimiento de ellos mismos en una actividad fuera del laboratorio. Se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM, por el apoyo para la realización de este trabajo.

10:30-10:45 **Introducción al concepto de confinamiento atómico utilizando sistemas mecánicos.** *Jonas Enger (jonas.enger@physics.gu.se), Gothenburg University;*

Andreas Johansson (andreas.johansson@physics.gu.se), Gothenburg University;

Sebastian Kilde Löfgren (sebastian.lofgren@physics.gu.se), Gothenburg University;

**Ricardo Méndez Fragoso (rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En la década de los 50's, premio Nobel Wolfgang Paul mostró por primera vez, que las partículas cargadas se pueden atrapar usando campos eléctricos que alternan en el tiempo. Hoy en día, esta técnica es comúnmente conocida como trampas de Paul o trampas de radiofrecuencia (Trampas-RF) y se utiliza en diversas áreas de la física moderna. Dos populares y claros ejemplos son los aceleradores de partículas y las computadoras cuánticas, que coincidentemente son campos que a menudo logran despertar el interés entre el público en general, pero que rara vez son estudiados en cursos de bachillerato e introductorios

de educación superior. La trampa Paul mecánica se puede utilizar como herramienta de demostración experimental que, junto con una simulación computacional, muestre o simule el funcionamiento de una trampa de Paul electromagnética. Alternativamente se pueden utilizar trampas acústicas para mostrar como confinar partículas ligeras. En esta contribución presentamos una forma novedosa de incorporar este conocimiento en los cursos antes mencionados, ya que ambas trampas muestran de forma visual estos fenómenos de confinamiento. Para ello se muestra una demostración experimental de la trampa mecánica de Paul y una trampa acústica, así como sus correspondientes simulaciones computacionales. Toda la unidad de aprendizaje está desarrollada con plataformas de código abierto con la finalidad de que estudiantes y profesores puedan construir (con ayuda de una impresora 3D) y simular sus propias trampas.

10:45-11:00 **APRENDIZAJE DE LA REFLEXIÓN DE LA LUZ EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR UTILIZANDO APRENDIZAJE ORGANIZADO EN PROYECTOS Y BASADO EN PROBLEMAS Y CASOS** *Elvia Rosa Ruíz Ledezma (ruizelvia@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; César Eduardo Mora Ley (ceml36@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Rubén Sánchez Sánchez (rbnsnchz@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de las leyes de la Física, el docente se enfrenta con la problemática de organizar y sistematizar los conocimientos que va a impartir a sus estudiantes. Aquí es donde se pueden emplear aproximaciones metodológicas de enseñanza-aprendizaje. En el presente trabajo se plantea una propuesta de enseñanza sobre el fenómeno de la reflexión de la luz para estudiantes de nivel medio superior, la cual emplea una metodología de aprendizaje organizada en proyectos y basada en problemas y casos. Este método promueve la discusión creativa del fenómeno estudiado entre los mismos estudiantes pero guiados por el profesor. También, estimula la participación activa mediante el diseño y la construcción de un prototipo experimental que reproduzca el fenómeno. Asimismo, sugiere aplicar el conocimiento en casos específicos de la vida cotidiana. Esperamos que estas ideas sean de utilidad a los profesores que impartan la asignatura de óptica.

Física Estadística y Termodinámica
Salón Luna (B)

16:00-16:30 **Estructura microscópica e hidrofobicidad de la superficie externa de un escarabajo del desierto de Sonora** **Amir Dario Maldonado Arce (amir.maldonado@unison.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.*

Los seres vivos se adaptan al medio ambiente en el que viven para aprovechar los recursos disponibles para la vida.

Esto es particularmente interesante en ambientes áridos donde la baja humedad ejerce una presión para que los organismos desarrollen mecanismos de captación y retención de agua. En particular, se ha reportado que una familia de escarabajos del desierto de Namibia es capaz de condensar y utilizar agua a partir de la humedad ambiental. Para ello, su superficie externa presenta un patrón bidimensional micro-estructurado con dominios hidrofílicos e hidrofóbicos alternados. En esta plática haremos una revisión breve de los mecanismos que han desarrollado los organismos para gestionar el flujo de agua con su entorno. Además, describiremos resultados experimentales obtenidos con un escarabajo del desierto de Sonora: el pinacate (*Eleodes eschscholtzii*). La microscopía electrónica de barrido nos ha permitido obtener imágenes de la estructura de la superficie de este insecto: se trata de un patrón poligonal (hexágonos y pentágonos de dimensiones del orden de diez micras) sobre el cual aparecen protuberancias de diámetros mayores. Las mediciones del ángulo de contacto de dichas superficies muestran que son ligeramente hidrofílicas, aunque resultados preliminares muestran que la hidrofobicidad de las muestras estudiadas depende de la humedad ambiente del lugar donde se obtuvieron. En la plática discutimos algunas ideas sobre el posible mecanismo de captación de agua de estas especies y describimos algunos dispositivos captadores de agua que se han diseñado y construido en base a estos estudios. Se estima que con este tipo de superficies en lugares áridos se podrá obtener del orden de dos a diez litros de agua por metro cuadrado cada día.

16:30-16:45 Inertial active Brownian particles in d-dimensions *Mario Sandoval Espinoza (sem@zanum.uam.mx), Imperial College;*

**Klaus Peter Grosse Martínez (kapegoma@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

Recently, the effect of inertia on transport properties of inertial active Brownian particles (IABPs) has been elucidated but only in two dimensions. Here, we show an analytical procedure to find the required orientation correlation in d-dimensions. With the latter expression available, we generalize previous two-dimensional results and consider IABPs in an anisotropic well, as well as charged IABPs under a weak magnetic field. Theoretical expressions for the mean-square displacement (MSD), mean-square speed (MSS) for both situations, are offered.

16:45-17:00 Estudio numérico de percolación explosiva en redes aleatorias *Hernán Larralde Ridauro (hernan@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;*

François Alain Leyvraz Waltz (leyvraz@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Daniel Esteban Andrade Oejo (danielandroc@gmail.com), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se estudia la transición de fase del modelo de percolación explosiva utilizando redes aleatorias. El modelo se encarga de capturar las características más importantes de una red que atraviesa por un cambio repentino en la conectividad. El rasgo representativo del modelo es la adición de un mecanismo de selección de enlaces que evita el crecimiento de componentes de gran tamaño, lo cual genera un retraso en el surgimiento de conectividad a gran escala dentro del sistema. Este cambio es tan abrupto que se presentó como discontinuo en su artículo fundacional. Sin embargo, aquí se analiza detalladamente el parámetro de orden mediante un enfoque numérico y se confirma un resultado matemáticamente exacto que muestra que es continuo. Además, a través de distintas técnicas de escalamiento se caracteriza el comportamiento de los observables de interés en las cercanías del punto crítico. Esto produce una buena aproximación del umbral de percolación al igual que un conjunto de exponentes críticos. Aunque el carácter inusual del modelo ocasiona una discrepancia entre los valores obtenidos por cada técnica, existen ciertas propiedades que trascienden más allá del método utilizado. En particular, las relaciones de escalamiento correspondientes se cumplen en buena forma. También, a diferencia de la percolación clásica, se encuentra que el parámetro de orden muestra una distribución bimodal en el punto crítico y que existe un cambio de decaimiento en las distribuciones de tamaños pre- y postcríticas. De manera que una sencilla modificación al modelo de percolación clásica produce toda una nueva clase de universalidad y una variedad de peculiaridades que pueden tener un impacto beneficioso en redes reales, tal como retrasar la aparición de grandes redes de contacto entre individuos en una epidemia.

17:00-17:30 Deslocalización inducida por interacciones y quasiperiodicidad en redes con tunelaje de largo alcance *Rosario Paredes Gutiérrez (rosario@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM; *Expositor.*

Se presenta el análisis de un par de caminantes cuánticos en una red unidimensional quasiperiódica, con la característica particular de que los caminantes poseen tunelaje de corto a largo alcance. En particular se estudia la evolución del par a partir de una condición inicial para tiempos largos, en el régimen de interacción fuerte. Se demuestra que mientras que en ausencia de quasiperiodicidad la dinámica se rige por el transporte de dímeros, a medida que la cuasiperiodicidad se incrementa, se destruye la imagen usual en la que la falta de orden de largo alcance da lugar a localización. Por el contrario, las dos partículas viajan a través de la cadena en una dimensión para valores grandes de quasiperiodicidad.

17:30-17:45 Defectos topológicos en gotas esféricas de cristales líquidos nemáticos *José Antonio Moreno Razo (jamr.uam@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;*

**Jorge Amauri Munguía Valadez (jorge_phys@outlook.com), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.*

Los cristales líquidos (CL) son sistemas físicos en un estado de la materia que poseen propiedades tanto de los líquidos como de los sólidos cristalinos. Presentan también, una variedad de fases estables denominadas mesofases, que están fuertemente relacionadas con la distancia relativa entre moléculas y las orientaciones de las mismas. Se sabe que el confinamiento geométrico se usa para controlar la orientación, las transiciones de fase y los defectos topológicos que surgen en las gotas de cristal líquido. Las interacciones moleculares entre los mesógenos, junto con las constantes elásticas del CL, pueden influir en la orientación del sistema mismo según la composición química de la superficie de la gota que los confina, por lo que estas características determinan los defectos topológicos del CL en la gota. En este trabajo, presentamos resultados de un estudio computacional de gotas esféricas de CL que exhiben una colección de morfologías y defectos topológicos, debidos a perturbaciones en el parámetro de orden nemático, que surgen de las interacciones entre los mesógenos formadores de CL (modelados con el potencial de Gay-Berne) y el límite de la gota debido a la fuerza de anclaje. Dentro de las configuraciones estables se encuentran la bipolar, axial y tipo plano-polar.

17:45-18:00 **Termodinámica Geométrica del fluido asociado al potencial de pozo cuadrado** *José Torres Arenas (jtorres@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato;*

Lenin Francisco Escamilla Herrera (lenin.escamilla@correo.nucleares.unam.mx), Universidad Autónoma de México UNAM;

**José Luis López Picón (jl_lopez@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Se estudia el fluido de pozo cuadrado desde la perspectiva de la Termodinámica Geométrica (TG) en la región subcrítica y supercrítica. Se reproducen las líneas de la curva espinodal, las curvas de coexistencia y las líneas de Widom geométricas para los alcances $\lambda = 1.25, 1.5, 2, 3$ usando el formalismo geométrico. Una característica importante de las curvas geométricas es que la línea espinodal se puede reproducir en su totalidad en todo el espacio termodinámico para todos los alcances, a diferencia de los puntos de la curva de coexistencia que solo se puede reproducir de forma exacta en una región acotada y hasta cierto valor de la temperatura. Se encuentran las líneas de Widom geométricas entendidas como los máximos del escalar de curvatura R y su dependencia del alcance. Se encuentra que se cumple el principio de estados correspondientes para esta familia de fluidos de tipo pozo cuadrado.

Física Cuántica
Salón Luna (B)

[08:30-09:00] Dinámica de enredamiento en el dímero del modelo extendido de Bose-Hubbard *Francisco Javier Sevilla Pérez (fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Andrea Valdés Hernández (andreavh@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Alan Josep Barrios De La Cruz (alanjosepbdlc@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Se estudia la dependencia temporal del enredamiento entre modos en un sistema de dos bosones indistinguibles que pueden ocupar dos sitios espacialmente distintos. Nuestro análisis considera familias de estados paradigmáticos en los que se observa una compleja dinámica bajo los efectos de "tunelamiento" de una y dos partículas del Hamiltoniano extendido de Bose-Hubbard.

[09:00-09:15] Localización en el sistema cuántico de doble pozo con paredes impenetrables: solución exacta, WKB y teoría de la información Humberto Laguna Galindo (hlaguna@izt.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; Adrián Mauricio Escobar Ruiz (escobarr@crm.umontreal.ca), Universidad Nacional Autónoma de México; *Luis Fernando Rivera Padilla (luisgi-998@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; *Expositor.

En esta plática se considera un sistema cuántico unidimensional de doble pozo con paredes impenetrables. Se presenta un análisis del efecto túnel y la localización/deslocalización de la partícula en función de los parámetros del sistema. El potencial es de la forma:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } -\frac{L-a}{2} < x < \frac{L-a}{2} \\ V_0 & \text{if } -\frac{a}{2} \leq x \leq \frac{a}{2} \\ \infty & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

donde $V_0 > 0$, L es la distancia entre las paredes infinitas y $0 < a \leq L$.

Los bloques fundamentales del estudio son las soluciones exactas de la ecuación de Schrödinger y herramientas de la teoría de la información. En particular, la entropía de Shannon en las representaciones de posición y momento. También se describe en detalle la comparación entre la solución aproximada WKB vs la solución analítica utilizando la distancia de Kullback-Leibler. Explícitamente, se calculan las correcciones a la solución WKB en la región clásicamente prohibida.

[09:15-09:30] Teoría de distribuciones para potenciales cuánticos singulares *Karla Yolanda Gordillo Rivas (e_psi_ypsi@hotmail.com), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

José Juan Peña Gil (jjpg@correo.azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA; Elsa Leticia Arcos Díaz (s.d.vargas@gmail.com), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Jesús García Ravelo (g.ravelo@hotmail.com), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL;

Mediante el uso de la Teoría de distribuciones, se considera una partícula cuántica de masa m en una dimensión, sujeta simultáneamente a la acción de un potencial escalón y de un potencial delta de Dirac (pozo y barrera). El procedimiento demuestra, entre otras cosas, que el uso a priori de condiciones de frontera impuestas ad hoc, para los eigenestados del hamiltoniano, no son necesarias, como frecuentemente se acostumbra.

[10:00-10:30] Análisis espectral de grafos cuánticos equiláteros equipados con operadores de Dirac Yunia Verónica García Tejeda (yuniaveronica@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Víctor Barrera Figueroa (vbarreraf@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Sea $\Gamma \subset \mathbb{R}^n$ un grafo métrico formado por un conjunto infinito numerable de vértices \mathcal{V} y aristas \mathcal{E} . Entre cada par de vértices se establece solamente una arista, representada por un segmento de recta; todas las aristas tienen la misma longitud ℓ . Asumimos que el grafo es un conjunto conexo de modo que no están permitidos vértices aislados. Más aún el grafo se asume periódico con respecto a un grupo \mathbb{G} isomorfo a \mathbb{Z}^m , donde $1 \leq m \leq n$. El grafo está equipado por el operador de Dirac estacionario 1-dimensional

$$\mathfrak{D}_Q u = J \frac{du}{dx} + Q(x) u, \quad x \in \Gamma \setminus \mathcal{V},$$

donde $J = -i\sigma_2$, siendo σ_2 la matriz de spin de Pauli, y $Q(x)$ es un potencial real matricial de 2×2 que satisfice $Q = Q^\top$. Por medio de $u = (u^1 \ u^2)^\top$ representamos un 2-spinor, que es un elemento del espacio de Sobolev $\tilde{H}^1(\Gamma, \mathbb{C}^2)$. En cada vértice $v \in \mathcal{V}$ consideramos condiciones de interacción que hacen auto-adjunto al operador \mathfrak{D}_Q . La matriz de potencial y las condiciones en los vértices son \mathbb{G} -periódicas. El trabajo se dedica a encontrar la ecuación de dispersión $\eta(\lambda) = f(\theta)$, donde η es una función determinada a partir del potencial Q la cual depende del parámetro de energía $\lambda \in \mathbb{R}$; y f es una función determinada por la geometría del grafo, la cual depende del cuasi-momentum $\theta \in \mathbb{B}$, donde \mathbb{B} es la zona de Brillouin. La ecuación de dispersión permite calcular el espectro de

bandas de energía del grafo Γ . De forma explícita se determina la función η para potenciales L^∞ - arbitrarios usando el método SPPS.

10:30-10:45 El tiempo en la mecánica cuántica estándar ¿Parámetro u operador? Gabino Torres Vega (*gabino@fis.cinvestav.mx*), Cinvestav;

*José Armando Martínez Pérez (*jospp999@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; *Expositor.

En la mecánica cuántica, uno de los mayores retos en el problema del tiempo, como variable dinámica, ha sido la definición de un operador tiempo junto con su dominio. Asimismo, un marco matemático que dote al tiempo del papel de una variable dinámica debería ser congruente con los principios básicos de la mecánica cuántica. Dado que el tiempo debería ser la variable conjugada a la energía, el contexto del problema del tiempo depende estrechamente del espectro de energía del sistema cuántico. En esta plática discutiremos brevemente el problema del tiempo para los casos continuo y puntual de un espectro de energía, enfocándonos en el segundo caso. En particular, cuando el espectro no es conmensurable, algunos autores han desistido de la autoadjuntos de un operador tiempo, entre otras propiedades. Una posible razón es preservar el análisis de Fourier para la descripción del tiempo, con el cual, por ejemplo, bajo ciertas condiciones ayuda a dar sentido y definir un operador autoadjunto, canónicamente conjugado a un Hamiltoniano con espectro equidistante. Así, en esta plática mostraremos que, para el caso general de un espectro de energía puntual, trabajar en un espacio de Hilbert adecuado, el espacio de Besicovitch, puede brindar las piezas adecuadas del rompecabezas en donde el tiempo, de manera natural, aparece como una variable dinámica conjugada a la energía. Esta aproximación, como un caso particular, puede incluir a la descripción de Fourier correspondiente a un espectro conmensurable. Finalmente daremos algunas perspectivas enfatizando algunos problemas por resolver.

10:45-11:00 Efectos de localización en modelos en 1D y 2D con desorden correlacionado Joaquín Estevez Delgado (*fismatumsnh@hotmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas;

Jesús Iván Mejía Navarro (*jimm2409@gmail.com*), Escuela Preparatoria Melchor Ocampo;

*Gabino Corona Patricio (*gcoronap@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro; *Expositor.

Luca Tessieri (*luca.tessieri@umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas;

En este trabajo se presentan dos modelos de Kronig-Penney en una y dos dimensiones. En el modelo unidimensional se estudian las propiedades de localización. En el segundo se estudian las propiedades de transmisión con ayuda de los resultados del modelo unidimensional. Se presentan las longitudes de localización para los dos modelos y se expone un algoritmo desarrollado por Izrailev-A

Krokhin para generar desorden con correlaciones para el diseño de bordes de movilidad dentro de las ventanas de localización y transmisión de los modelos 1D y 2D, respectivamente. Esta técnica se utiliza para estudiar los efectos de supresión de localización y fortalecimiento de la transmisión en intervalos de energía específicos, previamente seleccionados.

Física Estadística y Termodinámica
Salón Luna (B)

16:00-16:30 El movimiento Browniano activo fraccionario *Francisco Javier Sevilla Pérez (*fjsevilla@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La extensión fraccionaria de la ecuación de transporte que describe el cambio en el tiempo de la densidad de probabilidad de hallar una partícula activa en una posición dada y auto-propulsándose en cierta dirección es considerada en dos dimensiones espaciales. La solución exacta para la densidad de probabilidad en encontrar a la partícula en cierta posición al tiempo t , independiente de la dirección de autopropulsión, es hallada en variables de Fourier-Laplace (que reemplazan a las variables espaciales y temporales respectivamente) en forma de fracciones continuas. Ecuaciones de tipo difusión emergen a distintas escalas espaciales y temporales. Una expresión analítica de la dependencia temporal de promedio del cuadrado del desplazamiento es obtenida y se observa difusión anómala caracterizada por un exponente cuyo valor transita de uno sub-balístico a tiempos cortos a uno sub-difusivo a tiempos largos.

16:45-17:00 Dinámica molecular de nanotubos de nitruro de boro en agua explicita Minerva González Melchor (*minerva@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*José Luis Godínez Pastor (*pastorbj02@gmail.com*), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo estudiamos el comportamiento de nanotubos de nitruro de boro (BNNT) en agua, ya que estos poseen propiedades que los hacen prometedores para distintas aplicaciones tecnológicas. Por ejemplo, en biomedicina son propuestos para el transporte de fármacos, como andamios tisulares, agentes químicos para la terapia de captura de neutrones de boro (BNCT) y en la electroporación irreversible para el tratamiento del cáncer. Varias de estas aplicaciones se desarrollan en medios acuosos. Por lo tanto, es relevante estudiar el ordenamiento que ocurre a nivel microscópico y la determinación de propiedades termodinámicas en condiciones específicas. Usamos dinámica molecular clásica para la descripción de este sistema y determinamos la constante dieléctrica estática y la función de distribución radial a diferentes condiciones de temperatura y concentración de BNNT. Los resultados se discuten en términos de las correlaciones de pares, el momento di-

polar de los nanotubos, el efecto de la concentración y de la temperatura.

17:00-17:30 Modelos cinéticos de relajación y descomposiciones espacio-temporales para mezclas relativistas *Guillermo Chacón Acosta (gchacon@cua.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;*
Alma Rosa Méndez Rodríguez (amendez@cua.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;
**Ana Laura García Perciante (algarcia@correo.cua.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

La aproximación de relajación para la ecuación de Boltzmann ha sido ampliamente implementada con gran éxito en la teoría cinética no relativista. Dicho modelo es capaz de llevar a relaciones entre flujos y fuerzas termodinámicas consistentes con las derivadas de la ecuación completa así como aproximaciones para los coeficientes de transporte. Sin embargo, en el caso relativista existen dos propuestas tradicionales como generalizaciones del modelo BGK, cada una de ellas correspondiendo a diferentes descomposiciones espacio-temporales. El modelo de Marle se construye tomando la velocidad hidrodinámica como dirección temporal mientras que la propuesta de Anderson-Witting toma una dirección que elimina el flujo de calor del tensor de ímpetu-energía. Ambos modelos llevan a relaciones constitutivas consistentes, sin embargo difieren en los valores que arrojan para los coeficientes de transporte en el caso del fluido simple. El caso de la mezcla ha sido escasamente explorado. En este trabajo se consideran las dos representaciones para una mezcla binaria general. Se presentan las ecuaciones cinéticas así como las de transporte en ambos escenarios fundamentando las propuestas de los términos de colisión en las ecuaciones de conservación y el teorema H. Se presentarán además avances en el análisis de estabilidad del sistema de Navier-Stokes-Fourier en presencia de un campo gravitacional así como una discusión preliminar sobre dicho problema considerando una nueva propuesta de modelo de relajación (Rocha et. al. PRL 127, 012301).

17:30-17:45 Descripción estocástica de un gas de Bose en un espacio-tiempo curvo *José Inés Jiménez Aquino (ines@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;*
Tonatiuh Matos Chassin (tmatos@fis.cinvestav.mx), Centro De Investigación Y De Estudios Avanzados Del Ipn (Cinvestav);

**Eric Santiago Escobar Aguilar (e.ezkovar@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

Siempre se nos ha enseñado que la mecánica cuántica está basada en postulados, muchas veces dichos postulados quedan fuera de cuestionamientos. El colapso de la función de onda, su interpretación, el origen del concepto de probabilidad, entre otras cuestiones siguen siendo tema de debate. En el presente trabajo exploramos el formalismo de la mecánica estocástica, el cual busca dar una explicación a la mecánica cuántica a partir de términos clásicos, de tal forma que varias paradojas son evitadas. En particular usando la generalización relativista obtenemos la ecuación de Klein-Gordon escrita en su forma hidrodinámica, interpretamos la ecuación de Fokker-Planck asociada cuando proponemos una expresión para la función de onda escalar, donde la densidad de probabilidad esta asociada la densidad de partículas. Se propone una expresión para las velocidades en la ecuación de Langevin de tal forma que obtenemos expresiones para la Ley de Fick relativista, la ecuación de continuidad para un gas relativista escalar en un espacio-tiempo curvo, entre otros resultados.

17:45-18:00 Localización y transporte de ondas electromagnéticas en medios aleatorios con simetría esférica **Karla Sofia Zavala Alvarez (sofia.zavala@umich.mx), INSTITUTO DE FISICA Y MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Expositor.*

Luca Tessieri (luca.tessieri@umich.mx), INSTITUTO DE FISICA Y MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO;
Se considera la propagación de ondas electromagnéticas en un medio aleatorio estratificado con simetría esférica. El medio está formado por una sucesión de bicapas concéntricas, constituidas por dos monocapas de dieléctricos de tipo a y b . El desorden, de tipo estructural, se introduce por medio de fluctuaciones del espesor de las monocapas. Aplicando la técnica de las matrices de transferencia se muestra cómo es posible reducir el análisis del modelo tridimensional al estudio de su homólogo con geometría unidimensional. Se determina la longitud de localización de las ondas electromagnéticas que se propagan en el medio tridimensional y se analiza la modulación de las propiedades de transmisión que puede obtenerse por medio de las correlaciones espaciales del desorden.

Física Estadística y Termodinámica
Salón Luna (B)

08:30-09:00 **Propiedades elásticas de un fluido molecular confinado** *José Guadalupe Segovia López (*jose.segovia@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas; *Expositor.

Usando teoría de funcionales de la densidad se calcula de manera aproximada las componentes del tensor que describen el comportamiento de un fluido confinado. Se calcula la diferencia del tensor entre un estado deformado y no deformado, se obtiene una expresión microscópica en función del perfil de densidad y la deformación. Para realizar la comparación de la teoría desarrollada, se calcula esta diferencia de los tensores para un sistema confinado en una región con simetría esférica. En este nivel de simplificación, se compara los resultados con el modelo fenomenológico de la ley de Hooke y se identifican las componentes de las propiedades elásticas del sistema.

09:00-09:15 **El rol de la curvatura espontánea en la formación de brotes en membranas celulares** Adriana Aguilar (*leo_doolffy@hotmail.com*), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA CUAJIMALPA;

*José Antonio Santiago García (*jsantiago@cua.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA CUAJIMALPA; *Expositor.

Mostramos que el papel que juega la curvatura espontánea es muy relevante en la formación de brotes en membranas celulares. Ejemplificamos el caso del catenoide donde las contribuciones debido a la geometría son menores dada la curvatura nula de esta geometría. Mostramos que existe una forma analítica para la distribución de la curvatura espontánea en el catenoide y damos una expresión analítica para la fuerza sobre la cintura del catenoide, que pone de manifiesto su relevancia en procesos de interés como la división celular.

09:15-09:30 **Estudio de la fragilidad en un sistema formador de vidrio por medio de un modelo granular bajo un campo magnético dependiente del tiempo** Fernando Donado Pérez (*fernando@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

*Cecilio Tapia Ignacio (*cecilio_tapia@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

Estudiamos la transición vítrea en un sistema granular no vibrado compuesto por balines de acero magnéticos bajo un campo magnético variable a una concentración fija de partículas. El campo magnético aplicado es una superpo-

sición de una componente constante y una componente sinusoidal y está dado por $B = B_c + B_o \text{sen}(2\pi ft)$, donde B_c es un campo magnético constante durante un experimento, y puede variar entre 0 y 33 Gauss, B_o es la amplitud del campo magnético sinusoidal el cual se mantiene constante en 66 Gauss, y f es la frecuencia de oscilación que toma el valor de 9.25 Hz. Se observa que el índice de fragilidad cambia si el campo B_c cambia. A medida que aumenta el campo constante, el sistema pasa de un comportamiento de formador de vidrio frágil a uno de formador de vidrio fuerte. En los análisis estructurales, se observa que el factor de regularidad aumenta al aumentar B_c , mostrando que el sistema se vuelve más regular a medida que el comportamiento de formador de vidrio fuerte es más dominante. Adicionalmente mostramos una relación entre el índice de fragilidad y la constante de elasticidad obtenida de los potenciales efectivos.

10:00-10:30 **Modelo run-and-tumble en un sistema granular magnético no vibratorio unidimensional** Pavel Castro-Villarreal (*pcastrov@unach.mx*), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Chiapas;

Fernando Donado Pérez (*ferdonadoperez@gmail.com*), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-AAMF;

Ángeles Escobar (*angeles_escobar19@hotmail.com*), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-AAMF;

José Luis Carrillo Estrada (*carrillo@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Mónica Ledesma-Motolinía (*moledesma@gmail.com*), Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Si estudiamos la naturaleza con detenimiento, podemos observar que está en desequilibrio y, en algunos casos, los colectivos de organismos que la componen se mueven extrayendo energía de su entorno. Estos colectivos se conocen como materia activa. En el presente trabajo, se utiliza un sistema granular magnético no vibratorio unidimensional para entender la dinámica de una partícula en un canal circular en función de la temperatura efectiva y del radio del canal. Identificamos que el comportamiento dinámico está bien representado por un modelo de run-and-tumble. Incluso, podemos modular el movimiento de la partícula cambiando la magnetización de la misma.

10:30-10:45 **Three-dimensional motion of noninteractive active matter with inertia** *Mario Sandoval Espinoza (*sem@xanum.uam.mx*), Imperial College London; *Expositor.

Omar Vergara Espinosa (veergara@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana;

It is well known that inertia in active matter at macroscopic scales cannot be neglected. Up to now, theoretical work in this regard has been reported only in two dimensions. Here, we extend previous models and consider a three-dimensional system of noninteracting spherical active particles with both translational and rotational inertia (IABPS). Several important physical quantities from the system (effective diffusion, swim and Reynolds pressure, mean-square speed) are theoretically obtained and numerically validated. Finally, and by using Langevin simulations, a gas of IABPS in a square box is analyzed. This simulation indicates that as inertia in the system increases, the well-known wall accumulation of active particles tends to disappear. The total pressure at the walls is also seen to increase as inertia grows.

10:45-11:00 Dependencia de la polaridad en el mojado de superficies rugosas: aproximación con tensiones superficiales efectivas José Elías Pérez López (jelias.perezl@gmail.com), INSTITUTO DE FÍSICA,

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ;

*Gregorio Sanchez Balderas (gbalderas@ifisica.uaslp.mx), INSTITUTO DE FÍSICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ; *Expositor.

El mojado de una superficie depende de la polaridad del sólido y del líquido, y no es excepción en una superficie rugosa. Este trabajo analiza el mojado de superficies rugosas de poliestireno con líquidos de alta (agua, etilenglicol, glicerol) y baja polaridad (dimetilformamida, dimetilsulfóxido, diyodometano). Las superficies fueron caracterizadas mediante microscopia de fuerza atómica para obtener su factor de área de Wenzel (r_a). Los resultados de mojabilidad se analizaron mediante el enfoque de la ecuación de estado (EQS) y la teoría de las componentes de la tensión superficial (STC). Encontramos que los ángulos de contacto de los líquidos se comportan de dos formas: los líquidos de alta polaridad incrementan de acuerdo con r_a , mientras que los de baja polaridad no son susceptibles a los cambios de r_a . En estos cálculos usamos tensiones superficiales efectivas como parámetro característico de las superficies rugosas.

Estado Sólido
Salón Luna (C)

08:30-09:00 **Teoría de Nanoestructuras Magnéticas de Metales de Transición** **Jesús Dorantes Dávila (jdd@mail.fisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

El estudio de las nanoestructuras magnéticas de metales de transición impacta de manera importante, tanto en la nanociencia como en la tecnología. Fenómenos que involucran muchos cuerpos, como el magnetismo, son particularmente interesantes en este contexto ya que, debido a su naturaleza cuántica y relativista, son muy sensitivos al entorno local, químico y a la temperatura. Debido a ello, el entendimiento microscópico que gobierna las propiedades de los nanomagnetos constituye un paso fundamental hacia el diseño cuántico de nuevos materiales magnéticos. En esta plática presentaré un panorama general del magnetismo y discutiré su importancia tomando como ejemplos representativos algunos problemas de frontera que tienen un interés básico o tecnológico. En particular, me centraré en el fenómeno de inversión de la magnetización, la manipulación y control de la energía de anisotropía magnética (MAE) por campos externos y en los efectos de la temperatura en las nanoestructuras. Los temas abordados serán discutidos desde la perspectiva de la Física teórica. Finalmente, comentaré algunos de los problemas que constituyen actualmente un reto en el conocimiento fundamental del magnetismo.

09:00-09:15 **Modulación de la superconductividad en hidruros metálicos mediante presión aplicada y dopaje electrónico** **Omar De La Peña Seaman (oseaman@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).; *Expositor.*

Sergio Villa Cortés (svilla@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).;

Los hidruros metálicos han sido recientemente el objeto de una intensa investigación (experimental y de modelaje computacional) por que representan el camino para la superconductividad de alta temperatura crítica (T_c). Sin embargo, para lograrlo, se requiere de mantener el sistema bajo altos valores de presión aplicada, como por ejemplo el LaH_{10} , el cual reporta experimentalmente una $T_c = 250$ K a una presión de aproximadamente 170 GPa [1]. En este estudio presentamos el dopaje electrónico como una alternativa para lograr llevar a los hidruros metálicos al estado superconductor, pero a valores de presión aplicada más bajos, incrementando a su vez el valor de T_c . Lo anterior se lleva a cabo mediante el modelaje de las soluciones

sólidas $\text{Y}_{1-x}\text{M}_x\text{H}_3$ ($\text{M}=\text{Sr},\text{Zr}$) y $\text{Sc}_{1-x}\text{M}_x\text{H}_3$ ($\text{M}=\text{Ca},\text{Ti}$), aplicando métodos basados en la teoría del funcional de la densidad y la de Migdal-Eliashberg. Se encontró que las soluciones sólidas mejoraron sus propiedades superconductoras, mediante la adición de huecos al sistema ($\text{M}=\text{Ca},\text{Sr}$), a valores de presión menores en comparación con los sistemas prístinos. Por el contrario, la adición de electrones ($\text{M}=\text{Ti},\text{Zr}$) no favoreció a la superconductividad, independientemente del rango de presión aplicada. Del análisis realizado en la parte fonónica y la estructura electrónica, se concluye que para poder mejorar las propiedades superconductoras, es necesario modular la dinámica de red mediante mecanismos alternos a la presión, como es el caso del dopaje electrónico. [1] A.P. Drozdov et al., Nature 569, 528 (2019). Este trabajo ha sido apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) bajo el proyecto FOP16-2021-01-320399.

09:15-09:30 **Cristales magnónicos: diseño y realización experimental** *Guillermo Monsivais (monsi@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;*

César Leonardo Ordoñez Romero (cloro@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Zorayda Lazcano (zlazcano@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los cristales magnónicos (CM) se han destacado como elementos no solo en el estudio de la dinámica de magnetización, sino también en el desarrollo de aplicaciones emergentes en el campo de la ingeniería de señales en frecuencias de microondas. Su capacidad para exhibir características de dispersión radicalmente distintas con respecto a los medios no estructurados, da la posibilidad de potenciales aplicaciones, incluidas las líneas de retardo, los filtros de microondas, los transistores de magnones y los sensores magnónicos de alto rendimiento, por nombrar algunos. Dependiendo de la aplicación final y el rendimiento deseado, los CM se pueden implementar a partir de diferentes técnicas que incluyen grabado químico, implantación de iones, deposición de metales o cualquier otro método que pueda influir en la variación periódica de algún parámetro. En este trabajo se muestra un estudio detallado de la propagación de ondas de espín en estructuras unidimensionales periódicas y con defectos. Se presentan resultados teóricos y experimentales de CM fabricados por diferentes procesos y con distintas características, y se demuestra la capacidad de estos dispositivos para controlar la propagación de ondas de espín. La detección experimental de las ondas de espín se lleva a cabo utilizando un par de antenas de microondas y un analizador de redes vectorial-

les, además de un sistema de sondeo magneto-inductivo resuelto en el espacio y el tiempo para detallar las características espectrales, de propagación y evolución de la onda de espín en los CM. Las simulaciones teóricas se llevan a cabo utilizando modelos simples basados en la teoría de la línea de transmisión de microondas y considerando las características propias de cada estructura. Finalmente, se muestra que las predicciones teóricas de los espectros de transmisión están en buen acuerdo con las mediciones experimentales.

10:00-10:30 **Materiales bidimensionales y heteroestructuras de van der Waals como plataformas para el desarrollo de sensores y fotocatalizadores** *Mildred Quintana Ruiz (*quintanamildred@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Los materiales bidimensionales (2D) son estructuras planas con espesor de uno o pocos átomos. Entre sus propiedades más importantes se encuentran: una gran área superficial, alta transferencia de carga, resistencia mecánica y propiedades electrónicas controlables. Los materiales 2D se obtienen a partir de la exfoliación de cristales macroscópicos por métodos fisicoquímicos o a través de la síntesis controlada a nivel atómico. Las heteroestructuras de van der Waals están formadas por diferentes capas de materiales 2D, lo cual, en principio, permite diseñar sus propiedades fisicoquímicas. En esta plática abordaremos las propiedades más importantes de los materiales 2D y las heteroestructuras de van der Waals, su producción y su aplicación en el desarrollo de sensores y fotocatalizadores.

10:30-10:45 **Mejoramiento de los parámetros de rendimiento de un biosensor óptico SPR basado en estructuras bimetálico-material 2D** Ireri Aydée Sustaita-Torres (*ireri.sustaita@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Jesús Madrigal-Melchor (*jmadrिम@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; José Samuel Pérez-Huerta (*jsperez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Jefte Ceballos-Zumaya (*jceballoslummat@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En las últimas décadas, el estudio de biosensores ópticos basados en resonancia de plasmón superficial (SPR), ha tomado gran relevancia debido a su gran variedad de aplicaciones en diversos campos. En el campo biomédico, los biosensores pueden detectar células de cáncer, hibridación de ADN e incluso la reciente detección del SARS-CoV-2. En el campo de biosensado, los biosensores son usados para detectar biomoléculas, debido a que este tipo de biosensores tienen alta sensibilidad y facilitan el estudio y análisis del analito en tiempo real. Uno de los problemas principales que presentan este tipo de biosensores es que, al mejorar algún parámetro de desempeño en específico, otro parámetro se ve afectado. En este trabajo, realizamos un estudio teórico de un sensor óptico SPR basado en estructuras de diferentes combinaciones de bimetálico-material

2D. Los metales utilizados fueron oro y plata y como material 2D se usó grafeno. Encontramos que el valor de los parámetros de desempeño es ampliamente incrementado para cuando usamos una estructura oro-plata como bimetálico y grafeno como material 2D. Lo anterior se debe a que el oro como metal, nos aporta una alta sensibilidad debido al gran corrimiento del espectro que se produce al detectar el analito, mientras que en el caso de la plata obtenemos una alta exactitud de detección y un alto factor de calidad debido a que la plata tiene un espectro de resonancia agudo; mientras que el grafeno contribuye a mejorar la sensibilidad, debido a que este tiene una gran área superficial y capacidad de absorción grande. La combinación de otros metales y materiales 2D nos permite modular el comportamiento de los diferentes parámetros de desempeño del biosensor y además de mostrar diferentes formas de línea en ellos.

10:45-11:00 **Germanio poroso dopado como potencial sensor ambiental: una investigación DFT** Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; Luis Antonio Pérez (*lperez@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Álvaro Miranda (*amirandad.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; Alejandro Barranco Sainz (*alejandrobarrancosk@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; Akari Narayama Sosa (*asosacamposeco@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; *José Eduardo Santana Sánchez (*jesantanas1700@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; *Expositor.

Más del 90% de las personas en todo el mundo respira aire contaminado y causa alrededor de 6,1 millones de muertes prematuras al año. Por lo tanto, el control de la contaminación del aire requiere el estudio de materiales capaces de detectar agentes contaminantes. Los materiales porosos son atractivos para aplicaciones de detección debido a su gran área de superficie interna, red de poros abiertos e índice de refracción ampliamente ajustable. El germanio (Ge), como material semiconductor típico, se ha utilizado en la industria microelectrónica y la nanoelectrónica. En particular, el germanio poroso (pGe) tiene las características de buena permeabilidad a los gases, fácil degradación y bajo costo. En este trabajo, estudiamos los efectos del pGe dopado en la adsorción de CO y NO, y comparamos estos resultados con los obtenidos con el pGe prístino. Para comprender la interacción entre pGe y moléculas tóxicas, se calculó la energía de adsorción (EA) y la distancia de enlace entre las moléculas y el pGe dopado. El mayor EA entre todos los casos estudiados corresponde a la molécula de NO enlazada por N para el sistema prístino y la molécula de CO enlazada por C para el pGe dopado con B, presentando valores de energía de 1.41 eV y 1.99 eV, respectivamente. Además, estas moléculas tienen la distancia

de enlace más pequeña entre su átomo de O y C y el átomo de Ge más cercano a la superficie del nanoporo, siendo 2.15 Å para el caso prístino y 1.4 Å para el caso dopado con B. Después de comparar los resultados de las energías de adsorción y las distancias de enlace, los resultados numéricos para pGe dopado con B tienen magnitudes mayores de EA, lo que indica que la modificación química en la capa superficial de Ge afecta de manera significativa la fuerza de adsorción de las moléculas. Creemos que este estudio puede ayudar a desarrollar futuras investigaciones experimentales y teóricas en los campos de la ingeniería electrónica y la protección y monitoreo del medio ambiente.

Gravitación y Física Matemática
Salón Luna (C)

16:00-16:30 **Scale hierarchies near the conifold** *Ivonne Zavala (e.i.zavalacarrasco@swansea.ac.uk), Universidad de Swansea;*
Oscar Loaiza Brito (oloaiza@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato;
Yessenia Olguín Trejo (yess.olt@ciencias.unam.mx), Universidad de Guanajuato;
**Nana Geraldine Cabo Bizet (nana@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

We study the axio-dilaton, complex structure and Kähler moduli stabilization for a generic Calabi-Yau(CY) compactification near the conifold, we focus in models with one complex structure parameter. We also consider the regime of strong warping of the metric. In the first step axio-dilaton and complex structure moduli are stabilized simultaneously comparing with previous results, showing that one can not stabilize the axio-dilaton modulus in a first step. For fluxes configurations leading a near the conifold vacuum the complex structure modulus is orders of magnitude heavier than the axio-dilaton, this is in general the case when we add the warping correction to the Kähler potential. We study the dependence of the vacua stabilization with the compactification volume and with the addition of an anti-D3 brane. In general the addition of the anti-D3 does't destabilize the moduli. We analyze the concrete one-parameter compact CY with $(h_{21}, h_{11})=(1, 101)$. The compactness of the extra-dimensions brings contributions from the fluxes near the conifold that are relevant to the analysis. Scale hierarchies between the 6D internal and 4D space-time scale can still be obtained in type IIB string theory CY effective theories, also when the mentioned corrections are considered.

16:30-16:45 **Modelos de transporte vehicular: una aplicación de la Física-Matemática** *Víctor Manuel Vázquez Báez (manuel.vazquez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*
**Andrea Montiel Pérez (andrea.montielp@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*
**Expositor.*

En este trabajo damos una revisión de la aplicación de conocidas ecuaciones de la Física-Matemática a la modelación de sistemas de transporte vehicular. Pasando desde los modelos tipo difusión/advección, llamados macroscópicos en el ámbito vehicular, hasta los modelos microscópicos basados en modelos de física estadística. Se explican a detalle las similitudes entre las variables de uno y otro ámbito, así como las existentes entre los enfoques macroscópico, mesoscópico y microscópico. Se presentan además diversos problemas abiertos así como interesantes líneas de trabajo futuro.

16:45-17:00 **Integrabilidad de curvas magnéticas en un campo monopolar** *Alberto Rubio Ponce (arp@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;*
**César Simón López Monsalvo (cslm@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

Las curvas magnéticas son las trayectorias que sigue una particularista cargada en presencia de un campo magnético. En este trabajo presentamos la integrabilidad de las ecuaciones de movimiento de las curvas magnéticas en presencia de un campo magnético monopolar de dos maneras: 1. A través de los vectores de Killing de la métrica y 2. a través de los paréntesis de Poisson del Hamiltoniano de partícula libre definidos por una estructura simpléctica no-canónica.

17:00-17:30 **Cosmología en tensión** **Celia Escamilla Rivera (smf.admin@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*

Algo parece estar mal en la cosmología. Ha surgido una tensión a partir de los intentos de medir la tasa de expansión actual del universo, conocida como la constante de Hubble. Los grandes equipos internacionales han utilizado dos métodos generales para determinarlo. Todos los grupos han sido extremadamente diligentes en su investigación y han cotejado sus resultados, y sus mediciones parecen sólidas como roca. Pero los practicantes de un enfoque no pueden llegar a un acuerdo con los practicantes del otro. En esta plática enunciaré los esfuerzos por ambos equipos y los resultados en particular de uno de ellos en los cuales estamos trabajando.

17:30-17:45 **Soluciones cosmológicas y coordenadas tipo Kruskal a partir de transformaciones de simetría en relatividad general** *Cristhian José Angel García Quintero (gqcrsthian@utdallas.edu), University of Texas at Dallas;*
Juan Antonio Nieto García (niet@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa;
**Edgar Alejandro León Espinoza (ealeon@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*

Comenzamos obteniendo la forma estática para ciertas soluciones cosmológicas de las ecuaciones de Einstein, y verificamos que tienen una forma única. Además, encontramos una forma obtener sistemáticamente coordenadas de Kruskal para soluciones con simetría esférica. También

verificamos el método para distintas soluciones conocidas, así como para algunas que no encontramos en la literatura.

17:45-18:00 **The cosmological constant in Loop Quantum Cosmology revisited** *Hugo Aurelio Morales Técotl* (hugo@xanum.uam.mx), *Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa*;
Tonatiuh Matos Chassin (tmatos@fis.cinvestav.mx), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*;
**Omar Gallegos Santiago* (ogallegos@fis.cinvestav.mx), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*; **Expositor*.

La aceleración actual de nuestro Universo nos hace preguntarnos sobre el origen de la constante cosmológica.

Dentro de la cosmología cuántica de lazos, una reciente arroja un modelo efectivo el cual incluye un comportamiento correspondiente a este efecto, el origen se debe al peso relativo entre dos piezas que entran en la constrictión Hamiltoniana, el término Euclidiano y Lorentziano. La coincidencia con las observaciones es esencialmente forjada por tal peso relativo. Sin embargo, este análisis no toma en cuenta el carácter autoadjunto de la constrictión Hamiltoniana. En este trabajo, damos un paso en esta dirección. Previamente, los resultados sobre el operador autoadjunto se enfocan únicamente en el término Euclidiano, aquí, se extienden incorporándolo al término Lorentziano. La dinámica efectiva es estudiada junto con su posible consistencia con las observaciones.

Estado Sólido
Salón Luna (C)

08:30-09:00 **Crecimiento e impurificación de GaN en fase cubica por epitaxia de haces moleculares** *Máximo López López (*mlopez@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN; *Expositor.

La estructura zinc-blenda del GaN es una fase metaestable con importantes ventajas sobre la fase wurtzita, por lo cual es un material prometedor para aplicaciones en dispositivos microelectrónicos y optoelectrónicos [1]. Por ejemplo; la polarización espontánea y piezoelectrica no están presentes a lo largo de la orientación cúbica (100), además debido a su alta simetría la movilidad de los huecos debería ser mayor que la obtenida para la fase hexagonal [2]. Más aun, debido a que el GaN cúbico (c-GaN) tiene una energía de banda prohibida más pequeña, se requiere una menor concentración de Indio para lograr energías de banda prohibida más bajas en las aleaciones de InGaN. En la primera parte de esta charla, presentaré detalles del crecimiento de GaN cúbico sobre sustratos de GaAs (100) mediante epitaxia de haces moleculares (MBE) equipado con una fuente de plasma de radio-frecuencia (RF) para producir nitrógeno atómico reactivo [3]. En particular, mostraré el método que usamos para controlar las primeras etapas de la heteroepitaxia para obtener GaN en fase cúbica con alta calidad cristalina. Posteriormente, discutiré nuestros resultados del crecimiento de GaN tipo p empleando a Magnesio como dopante. Mediante las condiciones de crecimiento apropiadas, logramos obtener c-GaN tipo p con una concentración de huecos superior a $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$. La alta eficiencia de dopaje de tipo p en c-GaN se debe a la baja energía de activación del Mg. Empleando cálculos DFT y una variedad de técnicas experimentales, encontramos que la energía de ionización de Mg en c-GaN es de alrededor de 100 meV, que es menor que la de la fase hexagonal. [1] Y. Hu, et al. Journal of Alloys and Compounds 897 (2022) 163133. [2] C.A. Hernández-Gutiérrez, et al. Sci. Rep. 10 (2020) 1–7. [3] M Pérez-Caro, et al. J. Appl. Phys. 128 (2020) 215304

09:00-09:15 **Síntesis de óxido de Grafeno mediante CVD sobre distintos sustratos** Jorge Ortega Gallegos (*jorge.ortega@uaslp.mx*), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica - UASLP; *Luis Enrique Rocha Arredondo (*rocha.arredondo.l.e@gmail.com*), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica - UASLP; *Expositor.

El óxido de grafeno (GO) se explica cómo una lámina de grafeno modificada con grupos funcionales de oxígeno en el plano basal y otros tipos en los bordes. Cuenta con di-

versas propiedades y aplicaciones que dependen del grado de oxidación. El GO es hidrofílico, se usa para composites, se deposita en casi cualquier sustrato, es aislante eléctrico, es fluorescente, tiene un espectro Raman característico y puede reducirse para obtener grafeno a menor costo. La técnica más usada para obtener GO es la exfoliación por ultrasonido, logrando excelentes resultados, pero presenta dificultades y retos tecnológicos para tener material homogéneo en grandes áreas, asimismo, el proceso más prometedor para sintetizar material a base de carbón es la deposición por vapores químicos (CVD) obteniendo material de gran calidad con pocos defectos en áreas extensas. No obstante, necesita sustratos metálicos como catalizadores para lograr dicha deposición, lo que conlleva procesos extra de transferencia para implementar o caracterizar el material. En este trabajo se expone una estrategia alterna innovadora, sencilla y de bajo costo para sintetizar películas delgadas de óxido de grafeno de gran calidad directamente sobre sustratos de Si, SiO₂/Si y GaAs mediante un reactor CVD económico. La metodología alternativa constó en colocar un catalizador de Cu dentro del reactor alejado de dos de los sustratos empleados colocados en tandem. Con esta estrategia se logró sintetizar películas de óxido de grafeno de gran calidad en toda el área del sustrato, ofreciendo la posibilidad de estudiarlo o aplicarlo sin necesidad de realizar transferencias o procesos adicionales. Las muestras se caracterizaron con espectroscopia Raman, elipsometría y microscopía TEM, además se realizaron simulaciones Raman con distintos arreglos simples de moléculas de óxido de Grafeno comparando y construyendo una correlación con los resultados experimentales, prediciendo la composición aproximada de las muestras sintetizadas.

09:15-09:30 **Transiciones de fase en ferroeléctricos laminares de la familia An Bn X_{3n+2}** Hiram Joazet Ojeda Galván (*joazet.ojeda@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Javier Alanís Pérez (*javier.alanis.perez@hotmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *María Eugenia Mendoza Álvarez (*emendoza@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las perovskitas laminares de fórmula general An Bn X_{3n+2}, donde A y B son cationes, X es un anión, usualmente O y n es el número de octaedros BX₆ por capa, presentan una gran variedad de transiciones de fase estructurales en función de la temperatura o de la presión hidrostática. Desde el punto de vista estructural, la secuencia de transiciones de la fase de alta temperatura hacia las fases de baja temperatura, descritas en términos de los grupos espaciales es: Cmcm - Cmc21 - Pbn21 (in-

conmensurable 1) - Pbn21 (inconmensurable 2). En este trabajo presentamos los resultados de estudios experimentales y cálculos DFT para Sr₂Nb₂O₇ y Sr_{1.9}La_{0.1}Nb₂O₇ (1-3). 1 - J. Alanis et al. J Raman Spectrosc. 1–13 (2018). 2 - J. Alanis et al. Phys.Rev. B 100, 054110 (2019). 3 - H.J. Ojeda-Galván et al. J. Raman Spectrosc. 1-13 (2020).

10:00-10:30 Efecto de laser intenso y campo magnético en la Generación de Segundo Armónico en pozos cuánticos dobles de AlGaAs/GaAs. *Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Las propiedades ópticas de los sistemas cuánticos nanoestructurados son de gran importancia en la actualidad, debido a su posible implementación para el diseño de dispositivos optoelectrónicos eficientes. También es bien sabido que los campos externos pueden modificar la estructura electrónica e inducir cambios en las propiedades ópticas. En particular, las estructuras asimétricas de pozos cuánticos dobles son de suma importancia debido a su amplia gama de configuraciones posibles y también porque son experimentalmente factibles, particularmente las heteroestructuras Al_xGa_{1-x}As/GaAs se han crecido con gran control y calidad por los grupos experimentales. En este trabajo presentamos un estudio teórico sistemático sobre la Generación de Segundo Armónico (SHG, por sus siglas en inglés) para un pozo cuántico doble asimétrico Al_xGa_{1-x}As/GaAs, como función de un campo láser intenso no resonante y un campo magnético (perpendicular a la dirección de crecimiento). Analizamos el comportamiento de los niveles de energía, así como los elementos de la matriz dipolar como función de los factores antes mencionados, que son importantes para modificar las propiedades ópticas del sistema. Reportamos una configuración particular que mejora la señal de la SHG, con y sin un efecto de campo láser intenso, así como campos magnéticos, que también pueden usarse para sintonizar la SHG.

Estado Sólido
Salón Luna (C)

10:30-10:45 Superconductividad cuasi-1D a partir del modelo Bosón-Fermión Manuel De Llano De La Garza (*dellano@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México;

Miguel Ángel Solís Atala (*masolis@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Patricia Salas Casales (*patysalasc@hotmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Israel Chávez Villalpando (*israelito@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El formalismo Bosón-Fermión Ternario [1-2] de la superconductividad donde coexisten electrones/huecos desliga-

dos (fermiones), pares de Cooper de electrones (2eCPs) y de huecos (2hCP) considerados bosones, nos conduce a tres ecuaciones acopladas: dos ecuaciones para las dos brechas (gaps) energéticas, una para 2eCPs y otra para 2hCPs; y la ecuación de la densidad de número de partículas, las cuales resolvemos numéricamente y de forma simultánea. Para un superconductor cuasi-unidimensional donde sus iones son modelados como potenciales delta de Dirac igualmente espaciados, reportamos entre otras propiedades termodinámicas: la temperatura crítica; los gaps y el calor específico, como función de la temperatura. Nuestros resultados son comparados con las propiedades de las sales de Bechgaard [3].

[1] V.V. Tolmachev, Phys. Lett. A 266, 400 (2000);

[2] M. de Llano & V.V. Tolmachev, Physica A 317, 546 (2003);

[3] P. Garoche, R. Brusetti, D. Jérôme & K. Bechgaard, J. Physique Lettres 43, L-147 (1982).

Gravitación y Física Matemática
Salón Luna (C)

16:00-16:30 Ondas gravitacionales generadas por el colapso del núcleo de supernovas Claudia Moreno Gonzalez (*claudiamg058@hotmail.com*), Universidad de Guadalajara;

*Laura Olivia Villegas Olvera (*laura.olivia2012@yahoo.com.mx*), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara; *Expositor.

La mayor parte de la vida de una estrella la pasa en la llamada secuencia principal, conforme consume el hidrogeno que la compone, el equilibrio hidrostático que la mantiene va disminuyendo. Una vez que las reacciones nucleares transforman los elementos hasta obtener un núcleo de hierro al centro de la estrella, comienza el proceso de colapso del núcleo, el cual se comprime a una velocidad de caída libre en 3 segundos. Las partes externas que caen a velocidad supersónica, cuando se alcanza densidades supranucleares, la materia se endurece y abruptamente detiene el colapso. Entonces, el núcleo interno rebota lanzando una onda de choque hacia afuera el cual, a medida que avanza, pierde energía al disociar núcleos de hierro convirtiéndose en un choque de acreción estancado a 150 km en 10 ms después del inicio del colapso. A esto último se le conoce como la etapa de core-bounce. En este trabajo se explica a detalle el proceso de generación de ondas gravitacionales por el colapso del núcleo de supernova y los parámetros físicos correlacionados con el núcleo del progenitor.

16:30-16:45 Ondas gravitatorias emitidas por estrellas de neutrones magnetizadas en fase de espiraleo Darío Núñez Zúñiga (*nunez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Mariana Lira Peralta (*lira@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

LIGO, Virgo y Kagra han completado tres periodos de observación, confirmando la detección de más de 90 ondas gravitacionales producidas en la coalescencia de binarias de agujeros negros y/o estrellas de neutrones. Éstas últimas, destacan del resto de los objetos astrofísicos, por poseer los campos magnéticos superficiales más intensos en el Universo. En esta plática, presentaré un modelo sencillo para incluir la interacción magnética entre dos estrellas de neutrones en la fase previa a su fusión, mejor conocida como espiraleo porque las órbitas de las estrellas son trayectorias casi-circulares conforme la separación entre ellas decrece. Mostraremos que cuando los dipolos magnéticos de las estrellas son paralelos entre sí, las estrellas se fusionan en un intervalo de tiempo mayor que el caso sin interacción magnética; lo contrario sucede cuando los dipolos magnéticos son anti-paralelos. Además, veremos como afecta dicha interacción magnética en la dinámica de la binaria, en las propiedades de las ondas gravitacionales emitidas y en la estimación de los parámetros intrínsecos de la fuente.

16:45-17:00 Modos cuasi normales para un agujero negro de Hayward rodeado de materia de quintaesencia: Perturbaciones escalares, vectoriales y gravitacionales. *Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;*
Luis Alberto López Suárez (lalopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;
**Omar Pedraza Ortega (omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo, estudiamos los modos cuasinormales de las perturbaciones escalares, electromagnéticas y gravitacionales en el agujero negro regular de Hayward rodeado por la quintaesencia ($HBH-w_q$). Usando la aproximación WKB a tercer orden, podemos determinar la dependencia de los modos cuasinormales de los parámetros del agujero negro regular y los parámetros de los campos de prueba. También se calculan los coeficientes de reflexión y transmisión de la onda dispersada a través de los potenciales efectivos en la aproximación WKB usando un análisis numérico.

17:00-17:30 Métodos aproximados para la cosmología de axiones ultra-ligeros *Francisco Xavier Linares Cedeño (francisco.linares@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*
**Luis Arturo Ureña López (lurena@ugto.mx), Departamento de Física, Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Los llamados axiones ultra-ligeros son candidatos prometedores para la materia oscura, pero las soluciones analítica y numérica de su evolución cosmológica es difícil debido a las rápidas oscilaciones del campo escalar alrededor del mínimo de su potencial. Existen diferentes métodos en la literatura para solventar esa dificultad y dar soluciones precisas de las observables cosmológicas. En esta plática

haremos una comparación entre los métodos existentes, enfocándonos en un método alternativo que, bajo un cambio de variables polares, permite un manejo simple de las oscilaciones rápidas del campo sin la manipulación de cantidades físicas como la ecuación de estado y la velocidad del sonido de las perturbaciones lineales. Se presentan los resultados semi-analíticos y numéricos para evaluar la capacidad del método de reproducir las soluciones esperadas del campo escalar axionico.

17:30-17:45 Virialización de una fluctuación de materia oscura bosónica y el comportamiento de la materia luminosa alrededor *Francisco S. Guzmán (francisco.s.guzman@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*
**Iván Alvarez Ríos (ivan.alvarez@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Mediante la solución numérica del sistema Schroedinger-Poisson (SP) se evoluciona un fluctuación de materia oscura bosónica y se estudia el perfil al que se aproxima asintóticamente en el tiempo. Se reproducen los resultados conocidos de un núcleo con perfil solitónico rodeado de una distribución que se ajusta al perfil de Navarro-Frenk-White (NFW). Nos enfocamos en el estudio del halo con perfil NFW, y caracterizamos el perfil de la distribución en términos de la masa total del sistema, estudiamos la evolución de las energías cinética y potencial de dicha distribución. También estudiamos el comportamiento de la materia bariónica que modelamos con un gas ideal, al agregar dicho fluido al perfil de materia oscura ya formado, y acoplado las ecuaciones de Euler al sistema SP para trazar su dinámica. Al final se muestra el tipo de galaxias que es posible formar con este tipo de halos galácticos.

17:45-18:00 Algoritmos genéticos y neuronas artificiales en el Universo. **Jose Alberto Vazquez Gonzalez (javazquez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.*

Uno de los enigmas mas desafiantes de la cosmología moderna es la explicación de la expansión acelerada del Universo. La búsqueda del modelo e ingredientes que describen la visión actual de nuestro cosmos ha guiado a la creación de un conjunto de experimentos altamente sofisticados, y por tanto a un gran caudal de información. Aquí puede apreciarse como la cosmología contemporánea ha entrado a una nueva etapa donde la cantidad de datos juega un papel imprescindible. Debido este torrente de información y la necesidad de analizarla de manera exhaustiva, desarrollamos técnicas estadísticas avanzadas e implementamos códigos computacionales, donde las redes neuronales artificiales, algoritmos genéticos y otros algoritmos de inteligencia artificial pueden aportar sus virtudes. Este nuevo enfoque abre una ventana complementaria para establecer un consenso sobre el modelo estándar que describe la evolución del cosmos.

Estado Sólido
Salón Luna (C)

08:30-09:00 Irradiación de semimetales de Weyl tipo I y II *José Eduardo Barrios Vargas (*j.e.barrios@gmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

La búsqueda de materiales con nuevas fases electrónicas, caracterizadas con propiedades inusuales, es un objetivo clave para el desarrollo de nueva tecnología. Dentro de los materiales con propiedades inusuales se encuentran los semimetales topológicos de Weyl[1]. Los semimetales son materiales donde las bandas de conducción y las bandas de valencias se tocan en puntos llamados nodos; los cuales están dotados de una topología (caracterizada por invariantes topológicas). En este trabajo nos enfocaremos en la interacción de estos mismos con un campo eléctrico periódico en el tiempo (luz polarizada), con el fin de dar al material nuevas propiedades electrónicas. Nuestro punto de partida es un Hamiltoniano de un semimetal topológico de Weyl tomado de la referencia “Minimal models for topological Weyl semimetals” [2]. En el trabajo exploramos el espectro de energías del Hamiltoniano identificando la aparición de los estados de borde, llamados arcos de Fermi. Nuestro trabajo concluye con la adición al Hamiltoniano de un campo eléctrico dependiente del tiempo (onda electromagnética, o luz) que resolvemos utilizando la teoría de Floquet. Referencias [1] A. G. Grushin, “Algo más que sociología de electrones: semimetales topológicos de Weyl,” *Revista Española de Física* 30, 10 (2016). [2] T. M. McCormick, I. Kimchi, and N. Trivedi, “Minimal models for topological Weyl semimetals,” *Phys. Rev. B* 95, 075133 (2017). Agradecimientos Los autores agradecen el financiamiento del proyecto CONACyT (Mexico) No. 428214 y del proyecto PAPIIT IA-106021.

09:00-09:15 Superredes de grafeno de velocidad de Fermi no convencionales *Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@uaz.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Expositor.

Heraclio García-Cervantes (*hgarcia@utleon.edu.mx*), *Universidad Tecnológica de León*;
Francisco Javier García-Rodríguez (*francisco.garcia@itcelaya.edu.mx*), *Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya*;
Gerardo Jesús Escalera Santos (*gescalera.santos@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Chiapas*;

Son estudiadas las propiedades de transmisión y transporte de las superredes de grafeno de velocidad de Fermi no convencional (FVGSL). Se evalúan las distribuciones aritméticas, regular y aleatoria de las barreras de velocidad de Fermi. Se utiliza un hamiltoniano de tipo Dirac

dependiente de la posición de la velocidad para describir los portadores de carga. Se implementa el método de la matriz de transferencia y el formalismo de Landauer-Büttiker para obtener la transmisión y transmisión integrada (conductancia) a temperatura cero. Encontramos que las FVGSL aritméticas muestran características de transporte peculiares en comparación con los FVGSL regulares y aleatorias. En particular, el perfil aritmético elimina las oscilaciones regulares e irregulares de la transmisión integrada típicas de los FVGSL regulares y aleatorias. Más importante aún, los FVGSL aritméticas mantienen la transmisión integrada alrededor del mismo valor independientemente del tamaño del sistema, presentando incluso un aumento (cruce) con el tamaño del sistema para relaciones de velocidad de Fermi grandes. Esto contrasta con la reducción sistemática de la transmisión integrada con el tamaño del sistema para FVGSL regulares y aleatorias. Profundizamos en las posibles causas del cruce de la transmisión integrada para FVGSLs aritméticas.

09:15-09:30 Plasmones hiperbólicos en materiales de Dirac masivos y anisotrópicos Jesús Alberto Maytorena Córdova (*jesusm@ens.cnyu.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*;
Ramón Carrillo Bastos (*ramoncarrillo@uabc.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Baja California*;
*Miguel Abraham Mojarro Ramírez (*abraham.mojarro@uabc.edu.mx*), *Ohio University*; *Expositor.

En este trabajo exploramos transiciones topológicas en los modos de propagación de plasmones superficiales en sistemas bidimensionales que presentan conos de Dirac inclinados con brecha de energía en su estructura de bandas electrónicas. La presencia de la inclinación y la masa (brecha) da lugar a una brecha de energía indirecta. Como consecuencia, nuevas transiciones de van Hove aparecen, y el comportamiento de las transiciones intra e interbanda da lugar a una conductividad óptica anisotrópica con partes imaginarias que adquieren signos opuestos en direcciones ortogonales, abriendo la posibilidad de tener propagación hiperbólica de plasmones. Los contornos de isofrecuencia y las pérdidas plasmónicas muestran que las transiciones entre modos puramente cuasi elípticos y modos hiperbólicos altamente direccionales son logradas únicamente cuando la inclinación y la masa coexisten. Experimentos en el rango de THz sugieren que estos resultados pueden ser útiles como una prueba dinámica de la presencia simultánea de inclinación y masa en materiales de Dirac.

10:00-10:15 Estructura de bandas de moiré para electrones y excitones en bicapas de fosforeno rotadas David Angel Ruiz Tijerina (*d.ruiz-tijerina@*

fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Francisco Mireles Higuera (*fmireles@cnyn.unam.mx*), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

Jonathan Guerrero Sánchez (*guerrero@ens.cnyn.unam.mx*), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Isaac Soltero Ochoa (*isaacs@estudiantes.fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se presenta un estudio teórico de la estructura de minibandas para electrones y excitones en bicapas de fosforeno rotadas que exhiben la formación de patrones de moiré, calculadas a partir de un hamiltoniano de modelo continuo. Se construyó un hamiltoniano efectivo que considera la hibridación intercapa y la modulación de energía intracapa debidos al potencial de moiré, el cual permitió calcular la estructura de bandas para electrones y excitones alrededor del punto Γ . El modelo para la superred se obtuvo interpolando entre los hamiltonianos efectivos para las bandas de conducción y de valencia en los diferentes apilamientos presentes a lo largo de la supercelda de moiré. Se predice la existencia de tres distintos regímenes para electrones y huecos en el punto Γ a distintos rangos del ángulo de rotación entre capas: un régimen de Hubbard para ángulos pequeños ($\theta < 2^\circ$), en donde los estados electrónicos forman arreglos de estados tipo punto cuántico, un régimen de Tomonaga-Luttinger ($2^\circ < \theta < 10^\circ$), caracterizado por la formación de arreglos de estados cuasi-1D, y un régimen balístico ($10^\circ < \theta$), donde los estados del borde de la banda están deslocalizados. Se analizaron los efectos de la superred de moiré en la absorción óptica debida a excitones descritos por este modelo. Este método reproduce correctamente resultados recientes basados en cálculos ab initio a gran escala.

10:15-10:30 Exponentes críticos en presencia de acoplamiento spin-órbita tipo Rashba en el límite de localización fuerte José Antonio Otero Hernández (*j.a.otero@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

Rubén Darío Santiago Acosta (*ruben.dario@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

*Ernesto Manuel Hernández Cooper (*emcooper@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

En este trabajo se realiza un análisis fractal de los estados extendidos cerca del LLL sin spin resuelto por acoplamiento spin-órbita tipo Rashba, así como del FLL con el spin resuelto. Utilizando un potencial gaussiano, así como una serie de dispersores de corto alcance como desorden, se encuentra que los exponentes fractales de los estados extendidos cerca del centro del LLL y del FLL con orientación spin-down, no dependen del acoplamiento α_d . Sin embargo, los exponentes fractales de los estados extendi-

dos cerca del FLL con orientación spin-up muestran una dependencia con α_d . Para estos estados se encontró que el IPN, es una función monotónica creciente de α_d . Los resultados indican que estos estados están menos extendidos para acoplamientos fuertes spin-órbita tipo Rashba. Los resultados contrastan con los efectos del acoplamiento spin-órbita en la Física de localización débil, donde la intensidad del acoplamiento tiende a incrementar la conductividad y reducir la localización. Finalmente, se plantea la posibilidad de que estos sistemas pertenezcan a una diferente clase universal que los sistemas de efecto Hall cuántico al considerar el exponente crítico asociado al IPN para diferentes intensidades de acoplamiento spin-órbita.

10:30-10:45 Ángulos mágicos en bicapa de grafeno rotada: corrientes inter-capas, energía y simetrías. Gerardo García Naumis (*naumis@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM;

*Leonardo Antonio Navarro Labastida (*leonardo.navarro@estudiantes.fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

La bicapa de grafeno rotada quiral es analizada en términos del Hamiltoniano cuadrado el cual remueve la simetría partícula-hueco, de esta forma se logró reescribir el operador en términos de una matriz 2x2. Este mapeo simplifica el problema y permite identificar las 3 principales contribuciones físicas del sistema y además se encuentra una analogía con pseudo-campos magnéticos no abelianos SU(2). En este trabajo se analizó con detalle las componentes energéticas y su efecto en la recurrencia de los ángulos mágicos, además, se estudiaron propiedades de localización de la función de onda y simetría involucrada. Finalmente se encontraron operadores de corrientes inter-capas y se hizo un análisis perturbativo para ángulos pequeños.

10:45-11:00 Comportamiento del fenómeno de fluidodinámica del acero en el vaciado de lingotes. *Melanie Michelle Lara Hernandez (*michellehdz.48@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON; *Expositor.

Moises Hinojosa Rivera (*moises.hinojosaru@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

El comportamiento de los fluidos es poco intuitivo, haciendo con que sea muy difícil prever su impacto en algunos procesos metalúrgicos como el vaciado de lingotes. Para un mejor análisis y entendimiento del fenómeno, y para la mejora del proceso se presenta un análisis de simulación de fluidodinámica siguiendo el modelo de las ecuaciones de Navier Stokes a través de ANSYS FLUENT® para un lingote de perfil 52" haciendo la comparativa de un vaciado del lingote con un solo alimentador y uno con doble alimentador. Los diferentes procesos de vaciado del lingote (un alimentador contra dos) presentan diferentes resultados los cuales dependen críticamente de la velocidad de llenado y la heterogeneidad de la solidificación, lo cual provocan defectos y temas de segregación.

Astrofísica - LXV-004694

11:00-13:00 El origen de los efectos de alineamiento de las estructuras cósmicas: Primordial vs Evolutivo Alejandro González Sánchez (alejandrogonzalez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas/Unidad Académica de Ciencias de la Luz y la Materia;

Alejandra Puga Candelas (apuga@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas/Unidad Académica de Física;

Miriam Najera Solís (miriam.najera@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas/Unidad Académica de Ciencias de la Luz y la Materia;

*Lorena Muro Chávez (lorenamurochavez@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas/Unidad Académica de Ciencias de la Luz y la Materia; *Expositor.

Roberto Carlos Hernández Torres (rcht.1998@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas/Unidad Académica de Ciencias de la Luz y la Materia;

Diana Gisela Castro Iracheta (dcastrolumat@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas/Unidad Académica de Ciencias de la Luz y la Materia;

Diversos tipos de alineamiento de galaxias en cúmulos y de cúmulos en filamentos se han detectado y confirmado entre $3 h^{-1}$ y $80 h^{-1}$ Mpc, en una gran cantidad de estructuras y ambientes físicos. Su origen evolutivo se ha explorado a través de fuerzas de marea, o bien como una característica del campo primordial de fluctuaciones. Este trabajo tiene dos objetivos; i) compilar, analizar y contrastar los resultados observacionales más recientes obtenidos con el HST, SDSS, y las colaboraciones CLASH-VLT, y MANGA, con los resultados arrojados por las simulaciones cosmológicas más poderosas como Illustris, BOSS, Horizon-AGN, MassiveBlackIII y EAGLE cosmo-OWL. También incluimos las predicciones teóricas provenientes del estudio del campo Gaussiano de fluctuaciones, y ii) mostraremos que mecanismo de tocas de marea y fricción dinámica podría marginalmente explicar algunos de estos efectos de alineamiento, por lo que nuestros resultados se establecen como un argumento más a favor de un origen primordial.

Astrofísica - LXV-004790

11:00-13:00 Determinación de la banda de inestabilidad mediante los metaíndices de Strömgren *Daniel Segura Piña (cdsegura@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.

José Hermenegildo Peña Saint Martin (jhpena@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Itzarel Hernández Aburto (itzarelha@astro.unam.mx), Facultad de Física, Universidad Veracruzana;

Rodrigo Sandoval Orozco (rodrigo_sandoval18@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

Bryan Alexis Andrés Jorge (alexis.andres1210@gmail.com), Instituto de Astronomía, UNAM;

Omar López Cruz (omarlx@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;

Giannina Dalle Mese Zavala (gdallemese@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;

Eduardo David Orozco Guzmán (d4v1d_23@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM;

A partir de la fotometría fotoeléctrica de Strömgren adquirida en el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir de estrellas Delta Scuti, RR de Lira y Cefeidas, caracterizamos la región poblada por estrellas pulsantes, es decir, la banda de inestabilidad en los planos formados por los metaíndices de Strömgren (SM1, SM2, SM3) definidos por Dalle Mese, G. et al. 2020, que separan las estrellas enanas de las gigantes, lo cual permite conocer la clase de luminosidad.

Astrofísica - LXV-004886

11:00-13:00 Restos de Supernova evolucionando en un viento magnetizado. *Arturo Emmanuel Cruz Alvarez (arturo.cruz@correo.nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se realizaron simulaciones de la evolución de un Remanente de Supernova (RSN) cuya estrella progenitora, de alrededor de 11 masas solares, pasó por la fase de Supergigante Roja (SGR). En el Medio Interestelar Circundante (MIC) se impone un campo magnético uniforme de 5 microGauss. Antes de la explosión se simula la expulsión de un viento magnetizado proveniente de la estrella progenitora, viento que genera una burbuja estelar. Se simulan los casos en que el viento posee un campo de 0, 5, 20 y 40 Gauss, describiendo un dipolo magnético bajo el modelo de Parker. Se realizaron simulaciones con una inclinación de 60° entre el campo de la galaxia y el eje del dipolo del viento, observando las diferencias durante la evolución de la burbuja y luego durante la expansión del RSN (cuya explosión se impuso 300 mil años después del inicio de la expansión de la burbuja) tanto en la distribución de materia como en la emisión de radiación sincrotrón y rayos x. Las diferencias son más notorias antes de que el frente del RSN alcance el borde externo de la burbuja. A partir de este momento, las distribuciones tanto de material en el interior del frente principal de choque como de emisión experimentan una influencia primordial del campo mag-

nético del medio. Las burbujas sufren un achatamiento en dirección perpendicular al campo de la galaxia y un alargamiento en el sentido del mismo. En los casos con magnetización más intensa de la burbuja, el material tiende a distribuirse más densamente a lo largo del eje del dipolo, provocando un achatamiento de la cavidad interna de la burbuja y formación de pequeños lóbulos de material en los polos. Posterior a la explosión, estas aglomeraciones dan pie a una morfología tipo nefroide, tanto en distribución de materia como en emisión. Estas diferencias van disminuyendo con el tiempo y se describen achatamientos en los polos y ensanchamientos en el ecuador en los casos de mayor intensidad de campo.

Astrofísica - LXV-004936

11:00-13:00 **Distribución espectral de energía de objetos estelares jóvenes en la nube molecular galáctica MC76.** *Abraham Luna Castellanos (aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

Ricardo Retes Romero (ricardo.retes@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla;

**María José Fragoso Tenorio (maria.fragosot@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El propósito de este trabajo es estudiar la distribución espectral de energía (SED) observada en objetos estelares jóvenes (YSOs) asociados a la nube molecular galáctica MC76, a fin de caracterizar su fase evolutiva y obtener parámetros físicos de estos objetos. Se utilizan datos fotométricos en el rango espectral del cercano infrarrojo hasta el milimétrico para construir una SED observada, posteriormente se usan modelos numéricos de SED (Robitaille et al. 2007) para objetos estelares jóvenes y se seleccionan los parámetros físicos del mejor ajuste, los cuales caracterizan la fase evolutiva y la estructura física de los YSOs. Las SEDs obtenidas concuerdan de manera general, con las que se reportan para algunos YSOs utilizando modelos simples de SED con tres componentes. Los resultados obtenidos para cada uno de los objetos estelares jóvenes estudiados en este trabajo, son comparables a los previamente reportados y confirman la intensa actividad de formación estelar de alta masa presente en la región galáctica de formación estelar MC76.

Astrofísica - LXV-005017

11:00-13:00 **Química en Regiones de Formación de Estrellas Masivas** *Lucero Uscanga Aguilera (l.uscanga@ugto.mx), UNAM;*

**Miguel Angel Trinidad Hernández (trinidad@ugto.mx), UNAM; *Expositor.*

Se sabe que, en general, todas las estrellas se forman en las nubes moleculares bajo el colapso gravitacional del gas

molecular denso. Dos de las etapas más tempranas del proceso de formación de estrellas de alta masa son la de objeto estelar joven (OEJ) y la de región HII ultracompacta (UC). Para estudiar estas fases y caracterizar su ambiente químico y estado evolutivo, realizamos observaciones en la banda de 3 mm con el radiotelescopio IRAM de 30 m de una muestra de 95 OEJs masivos y regiones HII UC. Nuestros resultados indican que en la muestra observada, las moléculas triatómicas son las más comunes en el intervalo de 85-90 GHz. Reportamos que las transiciones moleculares tales como H¹³CN, C₂H, HCN and HCO⁺ se detectaron en toda la muestra, mientras CCS and HC₅N sólo se detectaron en el 25% de las fuentes. En particular, encontramos que varias fuentes muestran perfiles P Cygni trazados por el C₂H., además de que no existe una correlación entre la intensidad de las transiciones moleculares más comunes de la muestra y la luminosidad.

Astrofísica - LXV-005050

11:00-13:00 **Probando la hipótesis de un tercer cuerpo en las Variables Cataclísmicas FS Aur, LU Camel, QZ Ser, V1007 Her y BK Lyn.** *Francisco Javier Tamayo Amaya (francisco.tamayomy@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;*

José Enrique Pérez De León (enrique.perezln@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Sergey Zharikov (zhar@astro.unam.mx3), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Gagik Tovmassian (gag@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Héctor Aceves Campos (aceves@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Andres Alberto Aviles Alvarado (andres.avileslv@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Nikolaos Georgakarakos (georgakarakos@hotmail.com), New York University Abu Dhabi; *Carlos Esteban Chávez Pech (carlos.chavezpch@uanl.edu.mx), Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

En esta plática se hablará de cinco diferentes variables cataclísmicas (CV, por sus siglas en inglés) que muestran periodos fotométricos de larga duración (VLPP, por sus siglas en inglés). Estas son LU Cam, QZ Ser, V1007 Her y BK Lyn. Se explicará el método desarrollado para estimar las propiedades de un hipotético tercer cuerpo que hace uso del VLPP y también del cambio de magnitud máximo observado para cada CV. Este método hace uso de las perturbaciones seculares que el tercer cuerpo ejerce sobre la binaria interior (CV) y esto a su vez hace variar la transferencia de masa que hay entre las dos estrellas que forman la CV. Con este método se logra estimar la

distancia media del tercer cuerpo a el centro de masa de la binaria (semi-eje mayor) así como la masa del cuerpo más probable que está perturbando la CV.

Astrofísica - LXV-005085

11:00-13:00 **Clasificación de las protuberancias solares a partir de las imágenes del coronógrafo LASCO C2 a bordo de la sonda espacial SOHO** *Jose Guadalupe Vazquez Luna (jvazquez13731@hotmail.com), UNIVERSIDAD RUSA DE LA AMISTAD DE LOS PUEBLOS;*

Jose Ruben Conde Sanchez (rconde@fcfm.buap.mx), UNIVERSIDAD DE LOS ANGELES;

Jesus Fernando Magaña Ibañez (testta907@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA;

Edgar Peralta Sanchez (edgarbperalta@hotmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Alejandra Zamora Tobon (alejandra.zamoratob@alumno.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA;

**Fernando Guerrero Enriquez (fernando.guerreroe@alumno.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; *Expositor.*

Las protuberancias solares son estructuras que nacen en la superficie solar y se extienden en su atmosfera. Estas estructuras pueden resultar en grandes eyecciones de energía y plasma que se propagan hacia el espacio. La importancia de su estudio recae en que estas emisiones, en caso de llegar a la Tierra, provocarían afectaciones en nuestra infraestructura de telecomunicaciones y cableado eléctrico. Estudiándolas podemos entender su origen y funcionamiento de manera tal que se puedan prevenir futuros daños. En este trabajo se realiza la clasificación de dichas protuberancias con base en su forma y tamaño. Haciendo uso de las imágenes tomadas por el coronógrafo LASCO C2 de la sonda espacial SOHO de la NASA, disponibles en su sitio web con un banco de datos de más de 300 mil fotografías. En esta primera etapa del trabajo examino un porcentaje de las imágenes y se observó que la mayoría de las protuberancias solares tienen alguna de las siguientes 4 formas: a) de rayos o líneas rectas, b) en arco, similar a las líneas cerradas de campo de un dipolo magnético, c) en arco, pero con una curvatura menor, d) con forma similar a la copa de un árbol, comienza con una eyección estrecha, la cual recuerda al tronco del árbol y posteriormente, cuando se aleja un poco de la superficie del sol, adquiere una forma más irregular y extendida, la cual recuerda a la copa del árbol. Debido al gran número de imágenes con las que se trabaja, se está construyendo un programa computacional que analice las imágenes y clasifique las llamaradas de manera automática dentro de las formas identificadas más comunes. El estudio de la forma de las protuberancias solares permite variaciones en la hi-

pótesis de su origen, lo cual a su vez posibilita intuir el funcionamiento del sol.

Astrofísica - LXV-005091

11:00-13:00 **Polarización en el NIR de NGC 2068**

Marcial Becerril Tapia (mbecerrilt92@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Ricardo Retes Romero (ricardo.retes@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla;

Alicia Porras Juárez (aporras@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Omar Yam Gamboa (oyam@ugroo.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo;

Alejandro García Pérez (alexgp@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Abraham Luna Castellanos (aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Maria José Fragoso Tenorio (maria.fragosot@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Roxana Montserrat Melchor Tiro (roxana.tiro@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Eilitia Juárez Marín (eilitiajuarez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo se estudia la polarización lineal en la banda H del infrarrojo cercano (1.63 micras) de la región central de la nebulosa de reflexión NGC 2068 ubicada en la nube molecular Orión-B, localizada a 420pc. Las observaciones se realizaron en el Observatorio Astrofísico Guillermo Haro (OAGH) con el Polarímetro del Cercano Infrarrojo, POLICAN acoplado a la cámara infrarroja CANICA. La técnica usada requiere de imágenes polarizadas en cuatro ángulos (0.0, 22.5, 45.0 y 67.5 grados, por el uso de placa de media onda) con las cuales se producen las imágenes de parámetros de Stokes I, Q y U. A partir de estas imágenes se calculan los mapas de vectores de polarización para hacer un análisis comparativo con mapas públicos del Telescopio Espacial Hubble y del Observatorio Estratosférico SOFIA, en diferentes longitudes de onda. También se presenta la distribución espacial de objetos Herbig-Haro como trazadores de formación estelar activa en la zona, así como las distribuciones espectrales de energía de las estrellas T-Tauri que los pueden originar. Conjuntando todos los elementos mencionados, se presenta una hipótesis de los mecanismos que potencialmente pueden reproducir el mapa de polarización observado y su vinculación con el proceso de formación estelar ocurriendo en la nube molecular.

Astrofísica - LXV-005137

11:00-13:00 **The concurrent infall of satellite galaxies: Collective effects change orbital history** *Hec-*

tor Manuel Velazquez (hvm@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía;
Santi Roca Fabrega (sroca01@ucm.es), Universidad Complutense de Madrid;
Octavio Valenzuela Tijerino (octavio@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía;
*Jose Arturo Trelles Hernandez (jtrelles@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; *Expositor.

In this talk I will present results that shows how the orbital history of satellites in galaxies is different when the collective effects due to the concurrent infall of multiple satellites is considered. We give particular attention to models similar to the Vast Polar Structure (a plane-disc like distribution where MW satellites lie). We show that significant variations in orbital history rise if we compare with the single satellite - central galaxy scenario that is commonly used to interpret satellite galaxies position and velocities.

Astrofísica - LXV-005222

11:00-13:00 **Physical properties and membership determination of the open clusters ic 4665, ngc 6871 and dzim 5 through uvby $-\beta$ photoelectric photometry** Daniel Clemente Segura Piña (cdsegura@astro.unam.mx), Facultad de Ciencias;
Jhonnayker David Paredes Marquez (jhonnayker9313@gmail.com), Universidad Central de Venezuela;
*Arturo Renteria Lartundo (arenteria@astro.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Expositor.
José H. Peña Saint Martin (jhpena@astro.unam.mx), Universidad de Wisconsin;

Se presenta fotometría uvby $-\beta$ de estrellas en la dirección de los cúmulos abiertos IC 4665, NGC 6871 y Dzim 5. A partir de la fotometría fotoeléctrica uvby $-\beta$ de las estrellas en la dirección de estos cúmulos clasificamos los tipos espectrales de cada estrella lo que nos permitió la determinación de su enrojecimiento y de sus distancias a cada una y, por ende, la pertenencia de las estrellas al cúmulo. Nuestros resultados se comparan con GAIA DR2.

Astrofísica - LXV-005223

11:00-13:00 **Modelos de fotoionización para la próxima década** *Oskar Francisco Arangure Chong (oarangure@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía. Sede Ensenada. Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.
Christophe Morisset (chris.morisset@gmail.com), Instituto de Astronomía. Sede Ensenada. Universidad Nacional Autónoma de México.;
Aida Hortensia Nava Bencheikh (awofford@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía. Sede Ensenada. Universidad Nacional Autónoma de México.;

Presentaremos una librería de medio millón de modelos de fotoionización usando fuentes estelares del código STARBURST99 generados con CLOUDY. Esta librería será comparada con resultados obtenidos usando la nueva generación de modelos de STARBURST99+CLOUDY. Asimismo, mostraremos diagramas de diagnóstico ópticos y ultravioleta que compararemos con observaciones de SDSS entre otras. Los modelos de fotoionización de última generación serán del tipo que se usará para interpretar observaciones de galaxias primordiales con el Telescopio Espacial James Webb y futuros grandes telescopios terrestres. Los modelos incluyen metalicidades desde $Z = 0$ hasta 0.040.

Astrofísica - LXV-005266

11:00-13:00 **Estudio de las propiedades de nebulosas planetarias de descubrimiento reciente** Luis Felipe Miranda (lfm@iaa.es), Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), CSIC;
María Eugenia Contreras (contreras.maru@gmail.com), Departamento de investigación en Física, Universidad de Sonora;
Roberto Vázquez (vazquez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía en Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México;
Lorenzo Olguín Ruiz (lorenzo.olguin@gmail.com), Departamento de investigación en Física, Universidad de Sonora;
*Daniel Alberto Beleño Molina (a219230153@unison.mx), Departamento de investigación en Física, Universidad de Sonora; *Expositor.

Las nebulosas planetarias (NPs) son nubes de gas expulsadas por estrellas evolucionadas de masa baja e intermedia (0.8-8 M_{\odot}) que se encuentran en las etapas finales de su vida. Aproximadamente 3500 de estos objetos se han reportado en la literatura especializada y un gran número de ellos no han sido estudiadas con detalle, e incluso, algunos no han sido clasificadas de forma definitiva como nebulosas planetarias. En este trabajo presentamos un estudio espectroscópico de una muestra de objetos reportados como NPs en catálogos recientes para establecer su verdadera naturaleza y determinar sus propiedades físicas y químicas. Nuestra muestra incluye objetos provenientes de diversos catálogos recientes como HASH, MASH, IPHAS, etc. Las observaciones se realizaron con los espectrógrafos Boller and Chivens tanto del Observatorio Astrofísico Guillermo Haro (OAGH), como del Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir (OAN-SPM). Para la reducción de los espectros utilizamos el sistema de programas IRAF. Para el análisis de los flujos y determinación de las condiciones físicas y abundancias químicas, utilizamos los programas ANNEB/NEBULAR y PYNEB. RV agradece el apoyo del proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IN106720.

11:00-13:00 EL ESPECTRO DE RAYOS-X DE LOS AGN: PROBANDO ESCENARIOS FÍSICOS PARA LA REFLEXIÓN

Omaira González Martín (o.gonzalez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

**César Ivan Victoria Ceballos (c.victoria@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.*

El espectro de rayos-x típico sobre ~ 3 keV de los núcleos activos galácticos (AGN) está compuesto por el continuo intrínseco y algunas características de reflexión. La emisión primaria de rayos-x se origina en una corona cerca del disco de acreción. Este continuo puede ser reflejado por el medio circundante, en estructuras como el disco de acreción, la región de líneas anchas y/o el toro, originando así nuevas características en el espectro, tales como líneas de emisión, siendo la más prominente la línea de *Feka* a 6.4 keV, y un continuo en forma de joroba con máximo alrededor de 30 keV. A través del estudio del espectro de rayos-x reflejado se puede derivar el medio de reflexión y sus propiedades físicas, además, algunas propiedades de la fuente de emisión primaria. Hemos estudiado una muestra de 23 AGN, donde se espera que todos los medios de reflexión pueden contribuir de manera simultánea. Usamos observaciones simultáneas de los satélites XMM-Newton y NuSTAR, cubriendo un rango espectral de 3-60 keV. Probamos dos escenarios físicos para la reflexión: medio neutro y medio ionizado. Encontramos que la presencia de más de un medio reflector es necesario para explicar alrededor del 50% de la muestra, con claras señas del disco reflector, lo cual puede ayudar a explicar parámetros fundamentales del agujero negro súper masivo o del propio disco.

Astrofísica - LXV-005303

11:00-13:00 Stellar Bars In Jellyfish Galaxies. Analysis of ionised gas and stellar populations

Laurent Loinard (l.loinard@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Jacopo Fritz (j.fritz@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Bernardo Cervantes Sodi (b.cervantes@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

**Osbaldo Sánchez García (o.sanchez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.*

Stellar bars have been found to substantially influence the stellar populations properties in galaxies, affecting their ability of forming stars. While this can be easily seen when studying galaxies in relatively isolated environments, such kind of analysis takes a higher degree of complexity when cluster galaxies are considered, due to the variety of interactions which can potentially occur in these denser en-

vironments. We use MUSE Integral Field spectrograph data from the GASP (GAs Stripping Phenomena in galaxies) survey to study the combined effect of the presence of a stellar bar and of ram pressure, on spatially resolved properties of stellar populations. We have analyzed spatially resolved indicators of both recent star formation rate (SFR) and average stellar population ages to check for signatures of anomalous central star formation (SF) activity, also taking into account for the possible presence of nuclear activity. We found an increase of central SFR in ram pressure affected galaxies when compared with unperturbed ones. The most extreme cases of increase SFR and central rejuvenation occur in barred galaxies that are at advanced stages of ram pressure stripping. For low-mass barred galaxies affected by ram pressure, the combined effect is a systematic enhancement of the star formation activity as opposed to the case of high-mass galaxies that present both enhancement and suppression. Our results indicate that the combined effect of the presence of a bar and a strong perturbation by ram pressure is able to trigger the central SF activity and probably ignite nuclear activity.

Astrofísica - LXV-005323

11:00-13:00 Retorno a las actividades presenciales de divulgación en Michoacán y la organización de actividades híbridas

Rafael Hernández León (r.hernandez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;

Bernardo Cervantes Sodi (b.cervantes@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;

**René Alberto kata (r.ortega@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

A partir de noviembre de 2021, en el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM, Campus Morelia, iniciamos un proceso paulatino de retorno a actividades de divulgación con público presencial. En esta plática queremos compartir nuestra experiencia y resultados en este proceso, en el que diferentes audiencias han respondido de distinta manera a la convocatoria de diferentes tipos de actividades presenciales. Además, compartiremos nuestra experiencia en la organización y resultados de actividades tipo híbrido, con una componente presencial y una en línea, y qué estrategias hemos implementado para la organización de este tipo de actividades.

Astrofísica - LXV-005446

11:00-13:00 Ejercicios en línea sobre galaxias para el aprendizaje de la Astrofísica con la base de datos pública MaNGA - SDSS IV

Zenaida Berenice Sán-

chez Méndez (zeny.same@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM;

Jessica Andrea Gallegos Salgado (jagallegos@astro.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM;

*Mariana Cano Díaz (mcano@astro.unam.mx), Catedrática CONACYT - Instituto de Astronomía UNAM; *Expositor.

Daniela Michelle Almendarez Estrada (dmalmdarez@astro.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM;

En este póster presentamos la propuesta de dos ejercicios para realizarse en la página de Educación y Divulgación del consorcio internacional "Sloan Digital Sky Survey IV" (SDSS IV) llamada "Voyages", la cual está dirigida a estudiantes de bachillerato y licenciatura así como al público en general interesado en temas de Astrofísica. Ambos ejercicios permiten a los usuarios interactuar con datos Astronómicos reales, actuales y públicos proporcionados por el proyecto "Mapping Nearby Galaxies at APO" (MaNGA), a través de los cuales se pueden acercarse a conceptos básicos sobre galaxias. El primer ejercicio permite entablar un acercamiento a las diferencias espectroscópicas básicas entre galaxias elípticas y espirales, mientras que el segundo profundiza en sus diferencias cinemáticas.

Astrofísica - LXV-005485

11:00-13:00 **Ajuste de la temperatura de una mancha Solar bajo un espectro amplio de frecuencias.**

Edgar Peralta Sánchez (edgarbperalta@hotmail.com), INAOE;

José Guadalupe Vázquez Luna (jvazquez@fcfm.buap.mx), BUAP;

*Jesus Fernando Magaña Ibañez (testta907@gmail.com), BUAP; *Expositor.

El estudio del Sol, la energía que produce y su estructura general, son temas de gran relevancia en la física moderna, ya que nos sirven para poder construir modelos que permitan la producción de energía limpia en la Tierra. Una característica importante en la superficie solar son las manchas solares, cuya temperatura se estima usualmente por debajo de la temperatura en la fotosfera (4700 K). Esta estimación se obtiene al suponer un modelo de enfriamiento que inhibe la transferencia de calor por convección proveniente del interior de la estrella. En este trabajo, se propone una estimación alternativa de esta temperatura y se construye un código computacional para obtener esta medición. Tomando el banco de imágenes de las sondas SDO y SOHO, las cuales abarcan, en conjunto, un periodo de más de 15 años de observaciones, se ajusta un perfil de cuerpo negro modificado al espectro observado del Sol en nueve longitudes de onda, dentro del rango ultravioleta. Para realizar el ajuste, se mide la intensidad promedio por pixel de cada imagen y estos valores se ajustan a una ley de Planck, tomando como parámetro de ajuste a la temperatura. También se calcula la energía total emitida por medio de la ley de Stephann-Boltzman. Este procedimien-

to se realiza sobre 180 imágenes, las cuales son tomadas en distintos periodos del ciclo solar, esto con el fin de tener en cuenta la incertidumbre por muestreo, la cual incluye errores estocásticos. Como resultado se obtiene que la temperatura de ajuste es notoriamente mayor al valor estándar, con un valor de $T = 20,000$ K mas/menos 3000 K. Este resultado es consistente con la estimación de la ley de desplazamiento de Wien, que arroja una temperatura de 22,120 K grados para la longitud de onda pico (131nm) observada en el espectro solar. Se espera medir con mayor precisión este ajuste conforme vayamos obteniendo un mayor número de imágenes en nuevas misiones espaciales y con un rango más amplio de longitudes de onda observadas.

Astrofísica - LXV-005514

11:00-13:00 **Manejo de grandes volúmenes de datos en el proyecto TAOS-II** José Sergio Silva Cabrera (jsilva@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Edilberto Sánchez Moreno (edilberto@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Mauricio Reyes Ruíz (maurey@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Diego Osvaldo Ochoa De La Cruz (dochoa@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Benjamín Hernández Valencia (benja@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Carlos Alberto Guerrero Peña (cguerrero@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Joel Humberto Castro Chacón (joelhcch@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Se espera que durante el proyecto Taos-II se obtenga un volumen de datos que sume alrededor de 2.25 Terabytes por noche de observación, 630 Terabytes por año y 3.1 Petabytes después de los cinco años del proyecto formados por aproximadamente 70 millones de archivos, en este trabajo se diseñó el modelo de una base de datos que indique la ubicación de cada archivo así como el metadato que indique cuando fue creado, por quién, el objeto que se observó y otros detalles importantes que faciliten su uso y que cuenta con capacidades adecuadas de replicación en múltiples sitios para asegurar la disponibilidad y seguridad de los datos.

Astrofísica - LXV-005523

11:00-13:00 **A model for the 1900Å blend for Population B quasars** Paola Marziani (paola.marziani@inaf.it), Istituto Nazionale di Astrofisica - Astronomical Observatory of Padova;

Castalia Alenka Negrete Peñaloza (*alenka@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Tania Mayte Buendia Rios (*tbuendia@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

In a recent statistical analysis of the AlIII emission line we studied a sample of 309 objects obtained from the SDSS DR16 ($z \sim 1.2-1.4$). Following the Eigenvector 1 diagram for quasars, we found 67 Population B sources (Pop. B, quasars with a $\text{FWHM}(\text{H}\beta) > 4000 \text{ km s}^{-1}$). For this sub sample, we obtained spectral measurements of the prominent lines in the 1900Å blend: AlIII λ 1860, SiIII λ 1892, and CIII λ 1909 using a combination of broad (BC) and very broad components (VBC) in a multi-component fit (Buendia-Rios et al. 2022 submitted). We showed the need to include a VBC to account for the CIII] profile in that work. Now we are exploring the use of a VBC for AlIII and SiIII]. We can analyze the VBC emission considering: (1) the velocity field of the emitting regions is predominantly virial in Pop. B sources, as established by early reverberation mapping studies (Peterson & Wandel 1999, 2000), and (2) the VBC is a heuristic representation of the innermost part of the broad line region. Using a composite spectra of the Pop. B objects, we made an empirical approach to the 1900Å blend. We propose three fitting models : (1) only the BCs (M1); (2) a VBC assumed for CIII] only (M2); (3) 3BCs and 3VBCs. The principal result is that the BC ratios AlIII λ 1860/SiIII λ 1892 and SiIII λ 1892/CIII λ 1909 remain consistent for the three models. A second result is that for SiIII] and AlIII the VBC/BC ratio is $\ll 1$. This would indicate that the VBC contribution is negligible for these two lines. Their inclusion or omission does not seem to affect our multi-component model.

Astrofísica - LXV-005600

11:00-13:00 **Espectrógrafo SCORPIO: Avances en la fabricación de la óptica de los brazos Infrarrojo y visible.** Javier Arriaga-Petrona (*arriaga@inaoep.mx*), INAOE;

Magdalena Hernandez-Ríos (*magdahr@inaoep.mx*), INAOE;

Valentín López Cortez (*vcortez@inaoep.mx*), INAOE;

José Miguel Arroyo-Hernandez (*jmiguel@inaoep.mx*), INAOE;

Esperanza Carrasco (*bec@inaoep.mx*), INAOE;

*Rafael Izazaga (*izazagax@inaoep.mx*), INAOE; *Expositor.

El espectrógrafo SCORPIO (Spectrograph and Camera for the Observations of Rapid Phenomena in the Infrared and Optical) es el instrumento de nueva generación del Gemini Observatory, diseñado para dar seguimiento rápido a las fuentes identificadas en el Rubin Observatory Legacy Survey of Space and Time (LSST) y que será

instalado en el Telescopio Gemini-South en el Cerro Pachón (Chile). SCORPIO es un instrumento muy versátil capaz de capturar imágenes en ocho bandas simultáneas, espectroscopia de banda ancha en el visible e infrarrojo. Además de la Astronomía en el dominio temporal, la variedad de modos de observación hacen de SCORPIO un instrumento poderoso y eficiente que será usado en una amplia variedad de programas de investigación. INAOE está encargado de fabricar diecinueve fold mirrors, espejos planos de alta precisión en irregularidad, para su fabricación se emplearon vidrios ópticos con muy bajo coeficiente de expansión térmica. Además, se fabricaron seis prismas de alta precisión para los sistemas VPH del brazo visible, los materiales empleados cuentan con parámetros mecánicos y térmicos no convencionales. Se muestra el proceso de fabricación de los componentes ópticos desarrollado en INAOE, se describe la maquinaria y equipo utilizados. Finalmente, se describe la metrología óptica utilizada y los resultados obtenidos.

Astrofísica - LXV-005677

11:00-13:00 **Desintegración de Agujeros negros** Jesús Emmanuel Román Acosta (*jera26122000@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Raymundo De Jesus Veliz Jimenez (*raymundo.velizjm@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Raul Alfonso Cano Villegas (*raulcanovillegas@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Alejandro Gomez Diaz (*alejandro.gomezd@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Juan Manuel Serena Ceceña (*juancho14sp@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Poster divulgativo de Agujeros negros y radiación de Hawking

Astrofísica - LXV-005695

11:00-13:00 **ON THE EFFECT OF RAYLEIGH-TAYLOR INSTABILITY IN PROTOPLANETARY DISCS** Lucero Uscanga (*luscag@gmail.com*), Universidad de Guanajuato;

Erick Nagel Vega (*e.nagel@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*Sebastián Camilo Morales Gutiérrez (*gumocase@gmail.com*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

In order to improve the physical description and thus, the interpretation of the spectral energy distribution (SED) of innermost dusty regions in protoplanetary discs around brown dwarf (BD), and even very low mass stars (VLMS), we propose a model where the axisymmetry of the inner edge could be broken by partial magnetospheric truncation. We assume that the changes in the curved inner wall geometry in the tongue-like shape depend on the Rayleigh-Taylor instability (R-TIns) that generates density pertur-

bations near the magnetosphere radius due to an innermost sublimation radius. We parametrize the shape of the inner wall to find a time-dependent model that enables us to explain the photometric near-Infrared variability and connect the changes in the inner disc structure with the amplitude of such variability. Moreover, we re-analyzed photometric measurements from near to mid-infrared wavelengths of a sample of 6 BDs and one VLMS in different cloud associations that other authors previously studied and we have achieved a fitting for the disc structure able to explain the SED for each of the objects in our sample. Finally, we also show that the flux change calculated between the perturbed and non-perturbed configurations models the observed variability in LRL 1679. The magnitude changes due to these fluctuations slightly depend on the wavelength and they can present differences of up to 0.9 mag. We suggest that if the R-TIns persist for enough time, the features in the protoplanetary inner disc, e.g. inner holes or gaps could evolve.

Astrofísica - LXV-005719

11:00-13:00 **Estudio químico y dinámico de gas en flujos moleculares** *Pedro Ruben Rivera Ortíz (p.rivera@irya.unam.mx), Instituto de Radio Astronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Ary Rodríguez González (ary@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Erika Alquicira Peláez (erika.alquicirap@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Durante la formación de objetos de masa baja e intermedia se producen jets astrofísicos y/o vientos originados por la interacción entre el disco de acreción y la superficie de la estrella. Estos flujos juegan un papel crucial en la masa final del objeto estelar y en la estructuración del medio donde van a evolucionar las estrellas recién formadas. Los jets astrofísicos pueden observarse en objetos muy jóvenes, como lo son los Clase 0/I/II, donde la cantidad de moléculas en el flujo inyectado y en el medio interestelar permiten que los observemos en líneas de CO. Las observaciones indican que algunos de estos flujos no son completamente colimados y esto se puede deber a que el gas fue inyectado con un pequeño ángulo de apertura o que la precesión del objeto juega un papel importante en la evolución de este flujo. En este trabajo presentamos un estudio numérico/observacional del jet Cepheus E utilizando un código hidrodinámico 3D (en donde el enfriamiento molecular está considerado) para modelar las dos posibilidades y comparamos nuestros resultados con observaciones en la línea de CO (2-1) para determinar qué mecanismo es el más adecuado para este problema.

Astrofísica - LXV-005737

11:00-13:00 **How good a method is machine learning to identify the nature of GRBs?** *Nissim Fraija (nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Del Burgo (cburgo77@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Fabio De Colle (fabio@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Rosa Leticia Becerra Godínez (rosa.becerra@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Keneth Stiven Garcia Cifuentes (keneth.garcia@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The recent discovery of the long GRB 211211A with a photometric association with a kilonova, reopened the debate on the correct classification of GRBs. In this paper, using machine learning techniques, mainly the tSNe method, in order to show how accurate the T90 (duration) classification is for GRBs. We show the results for the set of GRBs observed until 2020 by the *Swift*/BAT instrument. In addition, analysis are carried out with special subsamples of interesting features of GRBs (only one pulse, those associated with kilonovae, those with redshift). Finally, we fit the subsample of single-pulse GRBs in order to simulate synthetic light curves to study the visualization distribution of the tSNe machine learning method.

Astrofísica - LXV-005765

11:00-13:00 **Vientos moleculares empujadas por brotes de formación estelar** *Ary Rodríguez González (ary.rdz@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; *Jorge Alberto Osorio Cabellero (acabellero97@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; *Expositor.*

Los brotes de formación estelar en galaxias promueven la eyección de material del medio interestelar a grandes alturas de las galaxias huéspedes, llevando material procesado por las estrellas y parte de las nubes moleculares, que formaron las estrellas del brote, a grandes distancias galactocéntricas; bajo algunas condiciones este material se desliga del potencial gravitatorio de la galaxia huésped formando supervientos galácticos. Desde el inicio de este milenio, se han observado flujos de gas molecular (CO) que salen a grandes alturas en galaxias con formación estelar y en AGNs. Utilizando nuestras simulaciones de flujos reactivos (hidrodinámica y cinética de 31 especies atómicas/moleculares) axisimétricos, estudiamos el destino del gas molecular barrido por las ondas de choque que se forman debido al movimiento supersónico del flujo de material eyectados por los brotes de formación estelar. En nuestros modelos consideramos diferentes distribuciones

de cúmulos estelares (donde la energía mecánica de todos ellos forman el brote de formación estelar) en discos en equilibrio hidrostático. Nosotros estamos utilizando funciones de enfriamiento moleculares que nos permiten modelar la emisión del gas molecular (principalmente en CO) y predecir la redistribución molecular en supervientos galácticos moleculares.

Astrofísica - LXV-005801

11:00-13:00 **Modelo cinemático de la estructura espiral de la Vía Láctea.** *Gilberto Carlos Gómez (g.gomez@irya.unam.mx), Instituto de Radio Astronomía y Astrofísica de la Universidad Autónoma de México;*

**Oscar Jesus Villanueva Lopez (oscarvillanuevalpz.104@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

Calculamos un diagrama lv sintético para un modelo cinemático de la estructura no-axisimétrica del disco gaseoso de la Vía Láctea. Este modelo incluye parámetros ajustables que incluyen la longitud de escala de la densidad, las posiciones y ángulo de ataque de los brazos espirales, el contraste brazo/interbrazo, velocidades no circulares asociadas a la espiral, entre otros. Este modelo puede ser ajustado a observaciones de mapas de CO y HI con el fin de obtener estimaciones de los parámetros estructurales de la espiral de nuestra galaxia.

Astrofísica - LXV-005888

11:00-13:00 **Detección de gas altamente ionizado en el Medio Circungaláctico de la Vía Láctea hacia diferentes líneas de visión utilizando la técnica de stacking** *Anna Lia Longinotti (alonginotti@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Astronomía;*

Smita Mathur (smita@astronomy.ohio-state.edu), The Ohio State University;

Yair Krongold Herrera (yair@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Astronomía;

**Armando José Lara Díaz Infante (alara@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Astronomía; *Expositor.*

Uno de los enigmas astrofísicos actuales es el de los bariones y metales perdidos a escalas galácticas. Estudios recientes apuntan a que estos bariones y metales faltantes podrían residir en el las componentes del medio circungaláctico (CGM). En el presente trabajo utilizamos observaciones de rayos-X hacia diferentes líneas de visión de galaxias Seyfert 1 y QSOs para estudiar la presencia de la componente caliente del CGM de la Vía Láctea. Nuestros resultados muestran la presencia de líneas de absorción de elementos altamente ionizado como Mg XII y Si XIV a un corrimiento al rojo $z = 0$, indicando la presencia de

gas altamente ionizado en una componente muy caliente del CGM de la Vía Láctea. Centramos la discusión en la veracidad de nuestros resultados, en la cantidad de gas ionizado presente en estas fases, en la morfología y extensión de esta componente y en las implicaciones en modelos de evolución galáctica.

Astrofísica - LXV-005985

11:00-13:00 **El Telescopio Espacial James Webb y los Puntos de Lagrange** *María Isabel Pedraza Morales (isabel.pedraza@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Oscar Mario Martínez Bravo (fis.molecular2020@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Aldo Santiago Márquez (aldo.santiago@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Miguel Ángel Romero López (mromerolopez802@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los trabajos de Louis Joseph Lagrange sobre el problema de los tres cuerpos permitieron conocer ubicaciones en un sistema de dos masas, en las cuales existía un equilibrio y al colocar una tercera masa, ésta orbitaria en forma sincrónica con el sistema; una de estas ubicaciones es aprovechada por el recientemente lanzado Telescopio Espacial James Webb el cual corresponde al llamado punto de Lagrange L2 que, a pesar de la inestabilidad que presentaría un cuerpo en el mismo, es posible obtener beneficios de él, tales como una mejora en la comunicación con la Tierra, así como permitir un correcto funcionamiento de sus componentes manteniéndolos a temperaturas extremadamente bajas aun estando en constante interacción con el Sol. Sin embargo, podemos encontrar un problema: su inestabilidad. En el presente trabajo exploraremos a fondo todos estos temas y entenderemos porque a pesar de la inestabilidad del punto L2 es muy beneficioso. Así mismo la metodología utilizada durante la elaboración del presente trabajo se basa exclusivamente en la revisión y análisis de artículos científicos siguiendo un riguroso criterio de selección, mismos que en su mayoría fueron escritos al idioma español.

Astrofísica - LXV-005987

11:00-13:00 **Ampere: next-generation inference for incomplete models and complex datasets** *Sascha Zeegers (s.zeegers@asiaa.sinica.edu.tw), Academia Sinica Institute of Astronomy & Astrophysics;*

Franciska Kemper (ciska@ice.cat), Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados;

Jonathan Marshall (jmarshall@asiaa.sinica.edu.tw), Academia Sinica Institute of Astronomy & Astrophysics;

Peter Scicluna (peter.scicluna@eso.org), *European Southern Observatory*;

*Sundar Srinivasan (s.srinivasan@irya.unam.mx), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

Astronomy is now in an era of complex multifaceted datasets. The interpretation of these datasets- in particular, quantitative comparisons to models-suffers significantly when the model is unable to capture all aspects of the dataset. However, recent advances in flexible likelihood functions are driving progress in this domain. We present a Python package, *ampere*, which leverages these advances to provide a general framework for Bayesian inference when your model does not capture all the features of your dataset. We are applying *ampere* to infer the properties of dust in a range of environments, from nearby stars to AGN tori. Of particular interest are the winds of AGB stars, where the physics and chemistry of dust formation can be studied in detail. The dust formed in their inner winds not only plays a key role in driving mass loss, but is also the source of interstellar dust and metals which will eventually form new generations of stars and planets. By fitting full radiative-transfer models to a sample of AGB stars with *ampere*, we explore the variation of dust mineralogy between sources in the Milky Way and the Magellanic Clouds. Our method allows us to take into account the degeneracy in the various input parameters; we are thus able to address the problem in a systematic manner.

Astrofísica - LXV-006103

11:00-13:00 **Diagramas posición velocidad de cuatro nebulosas planetarias como herramienta para el estudio de discrepancias en las abundancias** *Anabel Arrieta Ostos* (anabel.arrieta@ibero.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*;

Lorena Arias Montaño (lorena.arias@ibero.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*;

Michael G. Richer (richer@astro.unam.mx), *Universidad York*;

Brandon Rangel Paneca (brann7u7@gmail.com), *Universidad Iberoamericana Ciudad de México*;

**Ricardo Patiño Anaya* (rickypatino1@hotmail.com), *Universidad Iberoamericana Ciudad de México*; *Expositor.

Lourdes Elisa Martínez González (elilumartinez@gmail.com), *Universidad Iberoamericana Ciudad de México*;

Andrés Cogordán Zúñiga (acz.cogordan@gmail.com), *Universidad Iberoamericana Ciudad de México*;

El estudio de Nebulosas Planetarias presenta un problema en la determinación de abundancias químicas dentro de su composición. La abundancia química juega un papel muy importante en el análisis de la evolución estelar, a su vez, es útil para explicar la evolución química galáctica y la evolución del universo. Los estudios indican que

las abundancias medidas con las líneas de recombinación (permitidas) son mayores que las encontradas con las líneas de colisión (prohibidas). Esta diferencia es referida como el factor de Discrepancia de Abundancias (ADF). Con el objetivo de estudiar la discrepancia, en este trabajo se analiza la cinemática de líneas en emisión de cuatro nebulosas planetarias: Hen 2-131, IC 4191, NGC 2867 y NGC 6439. Las observaciones se realizaron con el espectrógrafo UVES (Ultraviolet and Visual Echelle Spectrograph) en el telescopio Very Large del European Southern Observatory. Los resultados se interpretan en términos de la existencia diferentes dos componentes del plasma en la nebulosa.

Ciencias de la Tierra - LXV-004674

11:00-13:00 **Estimación de Riesgo de Radioapagones por fulguraciones solares en territorio mexicano.** *Victor De La Luz Rodriguez* (vdela luz@enesmorelia.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia*;

**Elizandro Huipe Domratcheva* (hdomeli@gmail.com), *Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias de la Tierra*; *Expositor.

El conjunto de fenómenos físicos que ocurren en el sistema solar y que pueden afectar a la tecnología se le denomina clima espacial. Uno de los eventos eruptivos que conforman al clima espacial son las fulguraciones. Estos eventos se producen en la atmósfera superior del Sol y se caracterizan por presentarse como brillantamientos intensos y súbitos en longitudes de onda métrica, milimétrica, luz visible, rayos ultravioleta, rayos X y hasta rayos gama. La energía emitida por la fulguración puede ser absorbida por la ionósfera terrestre y en consecuencia, las radiocomunicaciones pueden verse afectadas en periodos que van de minutos a horas. Para estudiar el impacto de las fulguraciones en las radiocomunicaciones de la banda HF (3-30 MHz), se implementó un modelo de predicción de afectación de la región D ionosférica, desarrollado inicialmente por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de EE.UU. En este trabajo, el modelo fue replicado para estudiar los eventos que históricamente han afectado al territorio mexicano desde 1975 hasta el año 2017 usando los datos de flujo de rayos X de los satélites GOES de la NOAA. Este trabajo permitió hacer una estimación preliminar de la susceptibilidad del país ante radioapagones, en esta se describe la máxima frecuencia afectada (MFA) por 1 decibel producido por el flujo máximo de una fulguración. El análisis indica niveles de retorno para el territorio mexicano para los 11 años subsiguientes del año 2017. Este estudio sirve como un primer acercamiento a los riesgos en radiocomunicaciones que permitirá aumentar la resiliencia de México ante fenómenos de clima espacial.

Ciencias de la Tierra - LXV-005173

11:00-13:00 **Adaptación de presas comunes zacatecanas a pequeñas hidroeléctricas** *Julian Gonzalez Trinidad (jgonza@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*

David Armando Contreras Solorio (dacs10@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Jose Luis Chaírez Martínez (chaírez095@gmail.com), Universidad autónoma de zacatecas;

**Mauricio De Jesús Rodarte Hernández (rodartemauri281@gmail.com), Universidad autónoma de zacatecas; *Expositor.*

El uso de combustibles fósiles causa calentamiento global por el desprendimiento de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Sus nocivos efectos son ya evidentes y preocupantes. El mundo trata de sustituir la generación de energía usando combustibles fósiles por energías renovables tales como solar, eólica, hidroeléctrica, de mareas y olas, y otras. En este trabajo, se plantea aprovechar para generar electricidad tres de las mayores presas del estado de Zacatecas dedicadas principalmente a riego agrícola. Usamos la llamada Ecuación de Energía Hidroeléctrica, $P = \rho g Q h$, siendo P la potencia generada por el gasto Q de la presa. La altura h es desde donde se instalarían las turbinas hasta la superficie del agua de la presa, ρ la densidad del agua, g la constante gravitacional y e un factor de eficiencia menor que 1. Las presas consideradas son la Leobardo Reynoso, ubicada en el municipio de Fresnillo con una capacidad de 110 HM³ y una carga disponible de 17 m columna agua. Asimismo, se considera la presa El Chique localizada en el municipio de Tabasco con una capacidad de 140 HM³, con una carga de 20 m columna de agua, así como la presa Excamé, situada en el municipio de Tlaltenango con una capacidad de 85 HM³ y una carga disponible de 18 m de columna de agua. Los cálculos indican que la potencia media total generada por las tres presas puede ser de más de 1 MW.

Ciencias de la Tierra - LXV-005424

11:00-13:00 **Análisis del nivel de exposición de micro plásticos en algunas costas mexicanas y ciudades aledañas basadas en Microscopia Raman Mejorada (SERS)** *César Omar Ramírez Álvarez (cesaromarramirezalvarez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Karla Santacruz Gomez (karla.santacruz@unison.mx), Unison;

Monica Acosta Elias (monica.acosta@unison.mx), unison;

Eduardo Granillo Luna (ed_gral@hotmail.com), unison;

**Fermin Delgado Rubalcava (fermind941@gmail.com), unison; *Expositor.*

En la actualidad, varios artículos de uso doméstico e industrial son a base de derivados plásticos, los cuales al cumplir su ciclo de vida no son reciclados de la manera correcta y terminan en los océanos, donde, debido al sol y las continuas fluctuaciones del mar se empiezan a desintegrar y crear micropartículas de plástico que se incorporan al agua y por lo tanto a la cadena alimenticia. Además, debido al tamaño de los micro plásticos algunos tipos son más difíciles de filtrar con tratamientos de agua, llegando así hasta el agua potable. La Microscopia Raman Mejorada (SERS) utiliza nanopartículas metálicas para amplificar la señal Raman basado en la excitación plasmonica. Así es posible lograr un análisis más detallado de las moléculas presentes en una muestra. En el presente trabajo se hará un análisis de la exposición a los micro plásticos en algunas regiones del país. Se usará la técnica SERS para detectar la presencia de los micro plásticos y su diversidad. En este sentido, se coleccionarán muestras de agua de mar de las costas de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y agua potable de las urbes aledañas. Finalmente se presentarán resultados sobre los residuos presentes en las muestras de agua de mar y su relación con el agua potable.

Ciencias de la Tierra - LXV-005907

11:00-13:00 **A review of Monte Carlo simulation methods to estimate radon diffusivity in porous media** *Daniel Francisco Palacios Fernandez (dpalaciosf@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Peru;*

**David Teofilo Vera Victoria (david.vera@unsaac.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Peru; *Expositor.*

The emission of Radon from porous media represents a potential health hazard mainly because the inhalation of high concentrations of Radon causes lung cancer. Based on the fractal character of the pore distribution, the probabilistic model for the pore diameter is used to describe the microscopic pore structure of the porous medium. The determination of the diffusion coefficient of Radon in a porous medium, using Monte Carlo simulations to find the pore size that satisfies the probabilistic model applied to the porous medium, contributes to a better understanding of the Radon transport process. Key words: Monte Carlo simulation, radon diffusivity, porous media, fractal dimension

Ciencias de la Tierra - LXV-006056

11:00-13:00 **CÁLCULO DE RIESGO PARA INTERFERENCIAS EN RADIOCOMUNICACIONES POR FULGURACIONES SOLARES** *Esmeralda Romero Hernandez (esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx), FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MATE-*

MATICAS, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON;

Victor Hugo De La Luz Rodriguez (vdelaluz@enesmorelia.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO;

*Kassandra Peña Ramos (kassandra.penara@uanl.edu.mx), FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MATEMATICAS, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON; *Expositor.

En este trabajo presentamos el desarrollo correspondiente al análisis estadístico sobre afectaciones en radiofrecuencias producidas por fulguraciones solares, tomando como insumos bases de datos proporcionados por National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de fulguraciones solares captadas por la constelación GOES, para posteriormente desarrollar un algoritmo de programación en el lenguaje Python que apoye a obtener el nivel de riesgo de tener interferencias en radiocomunicaciones.

COVID-19 - LXV-004459

11:00-13:00 **Modelado de la evolución del SARS-CoV-2 en Chiapas** Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *José Luis Flores Pon (joseluisflorespon@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

En este trabajo mediante el análisis de los datos reales del SARS-CoV-2 en el estado de Chiapas y el uso del modelo matemático SIR-D se encuentran los parámetros (la tasa de recuperación, la tasa de transmisión y la tasa de letalidad) aproximados que influyeron en la evolución del COVID-19 en Chiapas, principalmente en las etapas de mayor contagio. Con los resultados obtenidos se predice la evolución de posibles contagios en el estado de Chiapas.

COVID-19 - LXV-005454

11:00-13:00 **Clasificación de pacientes COVID-19 mediante redes CNN de imágenes de Rayos-X de tórax** Daniel Espinobarro Velázquez (despinobarro@uach.mx), University of Manchester;

*Iván Homero Loya Chitika (a326680@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

Etna Lizbeth Gutiérrez Rodríguez (a320816@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua;

El COVID-19 representa una de las crisis de salud global más importantes en la actualidad. En México se tienen alrededor de 325000 decesos totales y más de seis millones de muertes acumuladas en el mundo atribuidas a dicha enfermedad. En muchos lugares, la detección de COVID-19 se realiza a través de pruebas de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), misma que puede tomar más de 48 horas para brindar resultados. En esta investigación se propone un modelo de clasificación de imágenes mediante redes neuronales convolucionales. El modelo detecta sin-

tomatología visual de daño pulmonar por COVID-19 en imágenes de rayos-x de tórax. El modelo se entrenó por fases con una base de datos de 13808 imágenes de 299x299 píxeles en blanco y negro, de las cuales 3616 son casos positivos de COVID-19. El entrenamiento se realizó con un 80% de los datos totales de la base de datos. Se desarrollaron múltiples experimentos con diferentes arquitecturas, con el objetivo de obtener un 93.88% de precisión. Esta precisión hace referencia a una clasificación del 94.31% en casos negativos y del 92.48% en casos positivos de pacientes con COVID-19.

Dinámica de Fluidos - LXV-004503

11:00-13:00 **Análisis Sobre la Evolución de la Cavitación Acústica** *Raúl Alberto Reyes Villagrana (rareyesvi@conacyt.mx), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

Ana Luisa Rentería Monterrubio (arenteria@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua;

Juliana Juárez Moya (moyaju.ju91@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chihuahua;

Erika Ofelia Hernández Acosta (ehernandez@utzac.edu.mx), Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas;

América Chávez Martínez (amchavez@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua;

Las ondas acústicas en el espectro del ultrasonido de alta intensidad generan el fenómeno conocido como cavitación acústica, el cual consiste en la formación, crecimiento e implosión de microburbujas, donde genera un gradiente de temperatura en escalas de tiempo muy rápido. En este trabajo se presentan los estudios sobre el origen y evolución de la cavitación acústica, donde por primeros principios se analizó el origen de la burbuja, luego Rayleigh agregó las condiciones de entorno que envolvieron a la burbuja. Posteriormente, Plesset complementó el modelo de Rayleigh implementando el crecimiento de la burbuja dependiente del tiempo, así como las propiedades físicas de la burbuja como tensión superficial, viscosidad dinámica, etc. Gilmore por su parte, enriqueció el modelo de la burbuja proponiendo un modelo donde implementó los términos de velocidades de crecimiento de la burbuja, así como la entalpía y complementando con los parámetros de van der Waals. En la década de los 80's Keller-Miksis, implementó el modelo agregando un campo acústico oscilatorio. En la actualidad se continúa explorando y mejorando los modelos de las microburbujas debido al amplio campo de aplicación y donde en las últimas décadas se han implementado en el área de los alimentos y en la exploración de fármacos, por mencionar algunos ejemplos.

Dinámica de Fluidos - LXV-004803

11:00-13:00 **Disecación de gotas de sangre sobre superficies inclinadas** Jorge González Gutiérrez

(drjorgeglzgtz@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas;

Ricardo Herrera Sandoval (rick.temperance17@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas;

Roxana Belén Pérez Hidalgo (robepehi221@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas;

*Julieth Margarita Aguirre Rodríguez (julieth000405@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

El estudio estructural de patrones en gotas secas de biofluidos ha permitido extraer biomarcadores útiles para el diagnóstico de patologías. Se han reportado numerosos trabajos sobre la formación de patrones en gotas secas, sin embargo, se desconoce el efecto de superficies inclinadas sobre los mecanismos de transporte de masa y agregación que dan lugar a la morfología final de patrones. En este trabajo se reporta el estudio experimental de la formación de gotas secas de sangre sobre superficies inclinadas de acrílico. Utilizamos el ángulo de contacto, altura y diámetro de la gota para caracterizar el secado de gotas. Encontramos tres regiones claramente diferenciadas en el interior de los depósitos: la región central, la región del anillo de café y la región periferia. Mientras que en gotas inclinadas a 180 grados se incrementa el número de gotas y se reduce el grosor del anillo de café, gotas inclinadas a 90 grados producen gradientes de concentración de eritrocitos. Finalmente, encontramos que estas últimas son capaces de revelar, a simple vista, hiperlipidemia en pacientes.

Dinámica de Fluidos - LXV-004956

11:00-13:00 **Diseño, construcción y optimización de un sistema de propulsión** Luis Antonio González Uribe

(luis.gonzalez18@uabc.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA;

Ildebrando Pérez Reyes (ildebrando3@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA;

Emmanuel Santiago Durazo Romero (emmanuel.durazo@uabc.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA;

*Alejandro Sebastián Ortiz Pérez (sebastian.ortiz@uabc.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA; *Expositor.

Se desarrolla un sistema experimental de propulsión con base en un turbocargador acoplado a una cámara de combustión con diseño propio. El combustible es insertado a través de un inyector y encendido mediante un sistema de bujía. Los gases de la combustión activan la turbina del turbocargador y también el ventilador que comprime aire hacia la cámara de combustión. Esto favorece la combustión a mayor temperatura y empuja los gases de la combustión a la tobera de salida, generando una fuerza de empuje. Eso es la base para desarrollar sistemas de propulsión en aeronaves.

Dinámica de Fluidos - LXV-005544

11:00-13:00 **Estudio Teórico y de Simulación de la Desviación de una Partícula debido al Flujo electrosmótico reflejado por un poste fijo.** José Eladio Flores Mena (jefloresmena@mail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Antonio Michua Camarillo (amichua_camarillo@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Edy Flores Flores (edy_ff@yahoo.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Ismael Ramos Martínez (ismael.ramos.m7z@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Mirna Patricia Juárez Varela (myr-pa@hotmail.com), Universidad Tecnológica de Puebla; *Expositor.

Estudiamos teóricamente y por simulación las trayectorias de micropartículas en un canal inmersas en una solución electrolítica acuosa, bajo la acción de un flujo y un campo eléctrico externo, en medio del canal se encuentra un poste fijo. La interacción entre la micropartícula y el poste es por medio del flujo electrosmótica, la influencia de este flujo determina la trayectoria de la micropartícula. Para esto resolvemos la ecuación de Laplace y la ecuación de Navier Stokes, esto por medio del método de elemento finito, con esto se integran las ecuaciones de las trayectorias. Presentamos las desviaciones de las trayectorias en función de los parámetros de control, flujo y campo eléctrico aplicado, también, se muestran los perfiles de trayectorias as trayectorias.

Enseñanza - LXV-004443

11:00-13:00 **MODELO DE EDUCACION EXPERIMENTAL DE LAS CIENCIAS FISICAS, A DISTANCIA Y ESCALABLE, BASADO EN DISPOSITIVOS MOVILES.** Ricardo Méndez Fregoso (rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM;

*Antonio Marcelo Juárez Reyes (amjuarez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; *Expositor.

Se presenta el diseño de un modelo educativo experimental, innovador, que pretende ayudar a paliar la preocupante falta de trabajo experimental de estudiantes de licenciatura durante la actual pandemia y debidos a falta de accesos a laboratorios adecuados, en general. El sistema tiene como énfasis el de robustecer el aprendizaje remoto y colaborativo, apoyado en el uso de software y sensores intrínsecos de dispositivos celulares Android. Estos dispositivos, aún en su versión más modesta cuentan con giróscopos, sensores de luz, sensores magnéticos y acelerímetros. Este acervo de sensores con los que cuenta ya el celular permite que un estudiante realice mediciones experimentales de precisión, las registre y pueda colaborar en tiempo real con otros estudiantes y los profesores por

medio de aplicaciones como la de Science Journal, desarrollada por Google. El proyecto es resultado del trabajo colegiado de un profesor de la Facultad de Ciencias de la UNAM, investigadores y técnicos académicos del Instituto de Ciencias Físicas y de un piloto de alumnos que participen en clases piloto en la FCUNAM. El diseño del modelo enfatiza el aprendizaje activo, basado en retos experimentales, que se integre con contenidos web de clases y cursos que se han desarrollado durante la pandemia e inicialmente se centra en prácticas de electromagnetismo pero se podrá extender a otras materias experimentales en el futuro, con base en las mejoras e impactos que se identifiquen en este primer proyecto.

Enseñanza - LXV-004525

11:00-13:00 Modelos de Metamateriales sobre geles blandos José Adrián Martínez González (*jose.adrian.martinez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Juan Guillermo Munquía Fernández (*juanguillermo@ciencias.unam.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Natividad Del Carmen Debo Sandoval (*natycd.sandoval@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Los metamateriales mecánicos son materiales que exhiben un índice de Poisson negativo. En este trabajo, proponemos modelos que pueden ser creados con materiales como la grenetina, sobre lo cual se diseñaron patrones en dos dimensiones para poder encontrar características mecánicas favorables que permiten manipular la respuesta ante esfuerzos externos y lograr comportamientos esperados en los metamateriales.

Enseñanza - LXV-004624

11:00-13:00 Python en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de un curso básico de Python para la resolución de problemas de Cinemática para adolescentes totonacos Argelia Sol-Haret Báez Barrios (*solharet@gmail.com*), Universidad Veracruzana;

Jackeline Suzett Rechy García (*jrechygarcia@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Aldo Yael González Santana (*aldoyael@hotmail.com*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

En este trabajo se presenta la creación de un curso básico de programación basado en el lenguaje de programación Python como una propuesta educativa para la enseñanza de la Física en estudiantes de segundo grado de secundaria, adicionalmente se propone la creación de un curso de regularización del tema de Física: cinemática básica en una dimensión. Así mismo, se han diseñado dos cuadernillos de trabajo para los cursos propuestos y se han

dirigido a estudiantes de segundo grado de secundaria de la región del Totonacapan. Con motivo de incentivar a los integrantes de comunidades indígenas y hablantes de la lengua totonaca en la región del Totonacapan de Papantla, se propone la inclusión de elementos culturales y lingüísticos de la región dentro de los cuadernillos. Dichos cursos se han implementado en alumnos de segundo grado de secundaria inscritos en la Secundaria Técnica Agropecuaria número 93 en la comunidad de Espinal, cabecera del municipio de Espinal en Veracruz. Se han aplicado dos cuestionarios cerrados para la evaluación del impacto, una evaluación diagnóstica y una entrevista semi-estructurada con los que se busca averiguar los conocimientos previos de los alumnos y la disposición que tienen en relación a la ciencia y su interés, antes y después del programa, en estudiar una licenciatura en las áreas STEM. Se presentan los resultados obtenidos de la implementación del proyecto a través de las herramientas de evaluación antes mencionadas.

Enseñanza - LXV-004639

11:00-13:00 Procesos de aprendizaje y enseñanza de la Física para estudiantes con TDAH César Efrén Valladares Rocha (*cesarefrenvr@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Paloma Lizeth Palma Cardona (*paloma.plpc@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Andrea Carolina De La Garza Guillén (*andrea.carolina.28.ac@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Aldo Iván Ponce Mancilla (*aldo.poncema@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Este proyecto didáctico tiene como finalidad dar visibilidad al TDAH en el entorno estudiantil, así como aportar con herramientas didácticas útiles al profesorado y sea de contribución hacia las personas que pertenecen a este trastorno, adecuarlos a un entorno donde su presencia es importante; de esta manera, se estima que aumentarán sus posibilidades de una buena calidad de vida y disminuirá la probabilidad de fracaso, especialmente, en el ámbito académico y profesional. Para esto se busca definir y explicar el TDAH tanto fisiológica como psiquiátricamente, comprender los estilos de aprendizaje y tipos de inteligencias, así como teoría didáctica relevante para su aplicación en las instituciones educativas de la Física, casos específicos de comorbilidad y sus consecuencias, experiencias de estudiantes con TDAH, y finalmente, cuestiones sociales y económicas que complican la vida de quienes lo padecen, diagnosticado o no.

Enseñanza - LXV-004822

11:00-13:00 Actividades para la evaluación de enseñanza de energía mecánica basadas en la taxono-

mía de Bloom *Alejandra Ibarra Morales (ale_deneb@hotmail.com), Instituto Politecnico Nacional; *Expositor.

El proceso de enseñanza-aprendizaje tiene dentro de sus fases la evaluación como una verificación del cumplimiento de los objetivos. Cuando realizamos dicha evaluación no solo se debe comprobar la memorización e implementación directa de algoritmos, sino que es importante corroborar que el estudiante desarrolle habilidades y procesos cognitivos. La taxonomía de Bloom proporciona una lista de indicadores que permiten revisar los procesos cognitivos que puede poner en marcha el estudiante, basado en cinco etapas: comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear. En el presente trabajo se expone una serie de cinco actividades generadas como parte de una secuencia didáctica de enseñanza de “energía mecánica” aplicada a un grupo de la ingeniería en Sistemas Energéticos y Redes Inteligentes mediante clases virtuales. Para las actividades se utilizaron diversos recursos digitales como fueron: un simulador de energía, un video, notas periodísticas y el diseño de una propuesta de un sistema de generación de energía por parte de los alumnos. Los resultados de la aplicación de estas actividades nos permitieron identificar el avance de los procesos cognitivos que presentaban los estudiantes y simultáneamente cubrir la etapa de aplicación de los conceptos estudiados en la unidad de aprendizaje.

Enseñanza - LXV-004846

11:00-13:00 La resonancia de Glashow en el laboratorio IceCube en la Antártida Mario Alberto Maya Mendieta (mmaya@cfm.buap.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN;

*Dahiana Ramos Galicia (dahiana.ramos@alumno.buap.mx), Escuela Hispano Mexicana; *Expositor.

Los neutrinos son partículas elementales sin carga eléctrica y sin masa, y solo tienen interacción débil. Se producen en varios procesos físicos, desde decaimientos de sustancias radiativas (baja energía), hasta en procesos cosmológicos violentos, como materia en la cercanía de agujeros negros o en supernovas (alta energía). Es este último caso de interés actual, pues los neutrinos son mensajeros que llevan información de un lugar del Universo a otro, por ejemplo, la Tierra. Con el propósito de atrapar neutrinos de alta energía producidos en el espacio exterior, se construyó el IceCube en la Antártida, un laboratorio que usa el hielo como fuente de electrones. La colisión neutrino-electrón de alta energía produce, entre otras cosas, partículas muy pesadas. El modelo estándar de las interacciones fundamentales permite el fenómeno llamado resonancia de Glashow, que consiste en la producción del bosón pesado W , y que fue predicho hace más de 60 años pero que no se esperaba encontrar pronto, por la altísima energía que se requiere. El año pasado se anunció la detección de la resonancia de Glashow en el IceCube, con la llegada de un neutrino con una energía de 6 pEV. El propósito de esta ponencia de

enseñanza es presentar de manera divulgativa, tres aspectos: 1) el modelo estándar de las partículas elementales, 2) la descripción del laboratorio IceCube, y 3) la relación entre la cosmología (lo muy grande) y las partículas elementales (lo muy pequeño), a través de la resonancia de Glashow. Como un posible uso de este trabajo está su presentación en las facultades de ingeniería para resaltar la cooperación entre físicos e ingenieros para la creación y funcionamiento de un centro de investigación de alto nivel como el IceCube.

Enseñanza - LXV-004933

11:00-13:00 Implementación de un kit para la enseñanza de robótica para nivel primaria y secundaria Jesús Antonio Rosas Gutiérrez (jesusantonio@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Juan Carlos Velázquez Díaz (jcvd13@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Valente Vázquez Velázquez (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Luis Alberto Ramírez Bermudez (laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Donaji Xochitl Cruz López (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*José Luis Del Rio Valdés (jluisdrv@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Fernando Angeles Uribe (fernando.angeles@ciencias.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Las actividades dedicadas a acercar la ciencia y tecnología a niños y jóvenes son de suma importancia, ya que para muchos de ellos estos esfuerzos pueden resultar la única manera de mantener contacto con estas disciplinas, y esto puede ayudar a definir su futuro como científicos. En apoyo a dichas actividades, en este trabajo explicamos a detalle la implementación de un kit modular para la enseñanza de la robótica a nivel primaria y secundaria. El componente principal del mencionado kit es el microcontrolador ATMEGA328p embebido en una placa Arduino Nano, con el cual se controlan diversos sensores y actuadores, tales como buzzers, motores, sensores infrarrojos, ultrasónicos, junto con diversos módulos para comunicación inalámbrica. Hasta ahora, las pruebas preliminares del kit han sido favorables, si bien su principal aplicación es la enseñanza de la robótica también es un excelente sistema de monitoreo de variables físicas. Este kit está propuesto para ser empleado dentro del curso de verano sobre robótica que se impartirá en julio de 2022 dentro de las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la UNAM,

dirigido a niños y jóvenes. Agradecemos al Taller de Innovación, al Taller de Control y Electrónica, al Laboratorio de Electricidad y al Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM por su apoyo para la realización del presente proyecto.

Enseñanza - LXV-005041

11:00-13:00 Sistema general de pruebas basado en tecnologías del Internet de las Cosas para el control y monitoreo de variables físicas con énfasis en la experimentación vía remota. *Daniel Omar Avila Rojas (daniel_avila5@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Erick Barrios Barocio (e.barrios@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Ramirez Bermudez (laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe (angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Donají Xóchitl Cruz López (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Valente Vázquez Velázquez (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Ixe Sánchez Ibarra (ixe_si@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En los pasados años, en consecuencia de la pandemia sufrida a nivel internacional, la importancia del trabajo remoto en conjunto a la necesidad de adaptación para poder realizar el trabajo de manera remota ha cambiado, particularmente en las asignaturas experimentales, en donde la enseñanza se vio afectada, por ejemplo, el uso excesivo de simuladores ha dejado una marca negativa en los alumnos al momento de utilizar equipo de laboratorio. Es por lo anterior que, en este trabajo, se presenta la implementación de una herramienta educativa que permite realizar experimentación vía remota basada en tecnologías modernas como el Internet de las cosas (IoT), con este tipo de tecnología podemos interactuar remotamente con sensores físicos y químicos a través de Internet. Esta herramienta consiste en el diseño e implementación de una tarjeta electrónica hecha para la experimentación en física, la cual contiene un microcontrolador ESP32, diversos sensores de variables físicas, conexión para actuadores, medios de almacenamiento y de recepción de información; esta tarjeta permite que el alumno adquiera conocimientos básicos de programación, así mismo dado que su aplicación es experimental, su uso permite el posterior análisis físico y estadístico de los datos adquiridos. El desarrollo ha sido probado dentro de asignaturas experimentales de la

licenciatura en Física y Ciencias de la Computación de la Facultad de Ciencias de la UNAM, obteniendo resultados satisfactorios junto con la retroalimentación para mejorar futuras versiones. Agradecemos al Taller de Control y Electrónica, al Laboratorio de Electricidad, al Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM y al proyecto PAPIME PE108822 por su apoyo para la realización del presente proyecto.

Enseñanza - LXV-005109

11:00-13:00 Experiencia de los estudiantes en cursos de laboratorio durante la etapa de pandemia *Harim Villareal Velasco (villa.harim@gmail.com), UAM Azcapotzalco; Inti Pineda Calderón (inti@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco; Damian Muciño Cruz (damc@ciencias.unam.mx), UAM Azcapotzalco; María Guadalupe Hernández Morales (gpe@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco; *Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (gabrieladelvalle@ciencias.unam.mx), UAM Azcapotzalco; *Expositor.*

Durante la pandemia SARVS-CoV-2 fue necesaria la implementación de métodos alternativos de docencia para la enseñanza experimental. Los profesores y los estudiantes no estábamos preparados para enfrentar este reto que se nos presentó, el abordaje a la enseñanza en experimentos en mecánica clásica y demás temas de la física, tanto alumnos como profesores tuvimos que diseñar, e implementar con lo que podíamos contar con lo que teníamos en nuestros hogares, la solución a dichos temas. La respuesta fue muy gratificante ya que los jóvenes hicieron los experimentos haciendo uso de ligas, resortes, botellas, entre otras cosas, filmaron videos y buscaron softwares para realizar el análisis experimental. En este trabajo se hace la comparación de los resultados obtenidos del análisis de videos y los resultados ya conocidos mediante sensores. Encontrando que a pesar de las dificultades de la falta de material de un laboratorio los resultados son fiables.

Enseñanza - LXV-005169

11:00-13:00 Implementación de un recurso didáctico como herramienta de docencia a distancia enfocado en materias experimentales. *Luis Alberto Ramirez Bermudez (laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe (angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Donají Xóchitl Cruz López (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Valente Vázquez Velázquez (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Julia Fernández Hinke (fernandezhjuliah@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Andrés Eduardo Medrano Albarrán (andresmedranoalbarran1@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

La pandemia provocada por el virus del SARS-CoV-2 ha traído cambios a nivel mundial que nos obligaron a adaptar la educación a la nueva normalidad. Para que la educación a distancia sea funcional y de calidad, se han implementado materiales para adaptar las actividades presenciales a en línea. Estas son parte fundamental de la formación de un científico, que debe priorizar el desarrollo de las habilidades de observación, investigación, experimentación, y análisis de resultados. Sin embargo, aún con los esfuerzos de adaptar las actividades es una realidad que hay rezagos en el área práctica experimental debido a la falta de recursos didácticos adecuados. En este trabajo se implementa un recurso didáctico que permite la realización de una práctica de laboratorio desde cualquier lugar del mundo con una conexión a internet, de tal manera que el alumno desde su hogar interactúe con un montaje experimental ubicado o en casa del profesor o en instalaciones de la universidad, todo esto mediante tecnologías del ámbito del Internet de las Cosas (IoT). Particularmente, el experimento propuesto busca caracterizar la resistencia eléctrica de un LDR (GL5537-1) en función de la iluminancia inducida a través de un LED; este arreglo fue probado por alumnos del laboratorio de electrónica, cursado en séptimo semestre de la carrera de física de manera remota, con resultados satisfactorios. Este tipo de técnicas nos beneficiarán al poder dar una herramienta de docencia interactiva funcional, que nos permita una educación a distancia didáctica y de calidad para formación de los futuros científicos, además nos abre la puerta a la posible implementación del control y monitoreo remoto de experimentos con gran sensibilidad a estímulos exteriores. Agradecemos al Taller de Control y Electrónica, al Laboratorio de Electricidad, al Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM y al proyecto PAPIME PE108822 por su apoyo para la realización del presente proyecto.

Enseñanza - LXV-005329

11:00-13:00 **Panorama de la física en estudiantes de primer ingreso a la carrera de Física de la UNAM durante el periodo prepandemia COVID-19 del año 2013 al 2019.** Luis Rodríguez Fernández (luisrjf@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; Miguel Ángel García Cruz (magarci8@gmail.com), Facultad de Ciencias, UNAM;

*Aristóteles Bertoni Álvarez (arisbeal@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

A fin de conocer un poco más en cuanto a la perspectiva que tienen sobre la física, en este trabajo se presentan resultados de encuestas aplicadas a alumnos de primer ingreso de la carrera de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM, del año 2013 a los 2019 matriculados en el curso de la materia de Física Contemporánea en semestres impares. Los cuestionarios fueron aplicados durante la primera semana de clases. A través de las encuestas se exploró la idea que tienen sobre lo que es la física, la motivación para estudiar la carrera, que les llama la atención de la física, entre otras. A manera de contrastación y observar algún cambio de perspectiva a las ideas anteriores, la misma encuesta fue aplicada en semestres pares a estudiantes repetidores de esta misma materia y que pueden tener más de un semestre en la carrera.

Enseñanza - LXV-005353

11:00-13:00 **Campos gravitomagnéticos clásicos: caso de tres partículas.** Luis Rodríguez Fernández (luisrjf@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM;

Marco Antonio Contreras Soto (marco_cs@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM;

*Aristóteles Bertoni Álvarez (arisbeal@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

Se describe como sería el campo gravitacional Newtoniano si este tuviera propiedades similares al de un campo electromagnético clásico, en el que una cuerpo en movimiento va generando un campo gravitacional debido a su masa y otro de tipo equivalente al magnético (gravitomagnético) generado por el movimiento de la masa. Se plantea revisar este caso para tres cuerpos esféricos. Un cuerpo muy masivo está fijo en el espacio rotando sobre su eje a velocidad angular constante y los otros dos se encuentran orbitándolo. Se describen las órbitas a partir de los campos gravitomagnéticos producidos utilizando el equivalente de la fuerza de Lorentz. Se determinan tanto las precesiones en las órbitas como los cambios en las mismas.

Enseñanza - LXV-005479

11:00-13:00 **Método de Runge-Kutta aplicado a la solución de la ecuación de movimiento de un cohe-te, actuando sobre él la fuerza del campo gravitacional y la fuerza de rozamiento del aire proporcional a su velocidad al cuadrado** Abraham Ramsés Velázquez Kraff (abraham.velazquez.kraff@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

*Daiana Valenzuela Gómez (dayana_valenzuela5@outlook.es), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.

Se plantea la ecuación de movimiento de un cohete actuando dos fuerzas; la primera, la del campo gravitacional variando con la altura y la segunda, la de la fuerza de rozamiento del aire proporcional al cuadrado de la velocidad (esto implica turbulencia en las capas superiores de la atmósfera) usando el método de Runge-Kutta y comparando los resultados con las soluciones analíticas obtenidas por Rodríguez en el 2009.

Enseñanza - LXV-005568

11:00-13:00 **Asteroides-Tonantzintla: la página web**
Sergio Camacho Lara (sergio.camacho@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

José Guichard Romero (jguich@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

José Ramón Valdés (jvaldes@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Alejandro Yañez Guerra (alejandroyanezg@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Luis Bryan Mendoza Meza (mendozameza@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Sandra Tziltalli Hernández Marín (sthmarin270599@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Raúl Mújica García (rmujica@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Kevin Ulises Martínez Vieyra (kevin.martinezvie@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo presentamos el desarrollo de una página web que contiene información fundamental sobre asteroides, que incluye desde cuestiones básicas como definición y clasificación, hasta herramientas para el análisis de datos, tanto fotométricos como espectroscópicos. Por un lado, el estudio de los asteroides es de gran importancia, por lo que es importante que el público en general conozca de fuentes confiables los resultados de los trabajos de investigación, por lo que uno de los objetivos de la página es guiar al lector para que pueda comenzar a adquirir algunos conocimientos básicos en astronomía, seguidos de actividades lúdicas y didácticas, para llegar a entender los conceptos esenciales, como son las características físicas, la clasificación taxonómica, la nomenclatura, las familias, de tal manera que se aprecie la importancia de conocer sobre los asteroides. Por otro lado, los medios digitales se han convertido en una de las formas con mayor alcance para el aprendizaje y la difusión de diversos temas gracias a las facilidades que presentan como el alcance a un mayor público, el uso de herramientas como vídeos, actividades interactivas, animaciones, imágenes, etc. Es por ello que éstos se han convertido en una de las formas más útiles de divulgar temas científicos, ya que, aunque las redes sociales tienen un gran alcance para la difusión de información,

las páginas web se amoldan mejor para desarrollar un tema, pues en ellas es posible crear ramificaciones en las cuales el usuario pueda navegar y aprender mediante las herramientas que se pueden incorporar en una página de este tipo. En esta página se incluyeron diversas secciones que involucran no solo textos divulgativos, sino también actividades didácticas y lúdicas de varios niveles, que permitirán, al público que visite la página, conocer este tema desde una manera básica hasta los procesos iniciales de la investigación, incluyendo las herramientas para el análisis de datos.

Enseñanza - LXV-005804

11:00-13:00 **Respuesta de metales a un campo magnético externo**
Luis Miguel Trejo Candelas (lmtrejocunam@gmail.com), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Carlos Cosío Castañeda (carloscosioc@quimica.unam.mx), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La asignatura teórica Física 2 y la asignatura experimental Laboratorio de Física, que se imparten en el segundo semestre de las Licenciaturas en Química que ofrece la Facultad de Química, UNAM, tienen como contenido temático en sus programas de estudios los conceptos relacionados a las respuestas magnéticas de materiales; sin embargo, para el estudiantado es complicado interpretar y comprender qué significa la respuesta magnética y cómo es que un campo magnético interactúa con los materiales en función de su naturaleza. Es por ello, que se diseñó una experiencia vivencial para demostrar dicho concepto y así apoyar la comprensión de este contenido temático. En esencia, la experiencia consiste en colocar en el seno de un campo magnético un metal de alta pureza, el cual se encuentra soportado en un tubo de vidrio, que a su vez, está colocado sobre una balanza digital. El campo magnético que interacciona con el metal se genera con ayuda de una bobina por la cual circulará una intensidad de corriente eléctrica directa. Una vez montado el dispositivo, se hace pasar una intensidad de corriente eléctrica directa definida por la bobina, lo cual ocasionará que se genere el campo magnético en el interior de ésta, y como respuesta se observará o no una lectura de masa en la balanza digital como efecto de la interacción entre el metal y el campo magnético. De forma complementaria, puede variarse la intensidad de corriente eléctrica para monitorear la lectura de masa en la balanza, la cual puede ser negativa o positiva como función de la dirección de la intensidad de corriente eléctrica.

Enseñanza - LXV-005812

11:00-13:00 **Modelo de acompañamiento enriquecido: “la hora del titular de física”, para la construc-**

ción de resiliencia educativa Cesar Miguel Jaimes Torres (cesar.jaimes@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Perla Karina Peña Prado (perla.pena@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

*Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero (cuauhtli.86@gmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.

En el modelo actual (modelo mixto La Salle) [1] establecido por la Universidad La Salle México, se destina un momento de “acompañamiento” donde un profesor asignado se desempeña como “titular” para cada grupo. Para llevar a cabo esta labor, el profesor titular dispone de una hora específica frente a su grupo y cuenta con cinco horas para agendar sesiones de atención alumno-profesor o en caso de ser necesario, incluso dicha sesión puede contemplar incluir al alumno, el profesor y los padres de familia. Sin embargo, aunque el profesor titular del grupo acompaña a sus estudiantes, dicho acompañamiento se hace desde una perspectiva general sin la intención de intervenir de forma particular en las necesidades específicas de una materia. Por lo tanto, como una extensión del modelo de acompañamiento y para atender las situaciones, problemáticas y necesidades específicas de una materia, como por ejemplo física de preparatoria, se propone un modelo de acompañamiento enriquecido, donde el profesor de una asignatura se asume como “profesor titular de su materia” y destina un tiempo específico de su clase para establecer, construir y enriquecer una relación significativa con sus alumnos con la intención explícita de mejorar las posibilidades de aprendizaje en su asignatura promoviendo la resiliencia educativa de sus estudiantes [2]. Este tiempo específico para relacionarse de forma significativa, se denomina coloquialmente como “la hora del titular de la materia”, por ejemplo: “la hora del titular de física”. [1] La Salle. (2020). Modelo Mixto Preparatoria. Universidad La Salle México. Consultado el 05 de marzo del 2022. Disponible en: <https://lasalle.mx/modelomixtoprepa/> [2] Acevedo, A. y Mondragón, H. (2005). Resiliencia y Escuela. Revista Pensamiento Psicológico. Volumen 1, No.5, pp. 21-35.

Enseñanza - LXV-005826

11:00-13:00 **Revisando las Estructuras acústicas de los Cristales de Sonido** Lamberto Castro Arce (lamberto.castro@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur;

Hylari Michel Piña Valenzuela (a220202494@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur;

*Luisa Regina Medina Rodríguez (a219203046@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; *Expositor.

En esta revisión del proyecto se ha analizado algunas generalidades de los materiales de sonido (CF's), como es-

tructuras artificiales novedosas para el control de las ondas acústicas. También se ha interpretado el concepto de onda sagital: es una onda mixta cuyo desplazamiento es una mezcla de componentes longitudinal y transversal. Lo relevante de este tema es que cada punto en las curvas de dispersión $k_B = k_B(w)$ de las ondas sagitales en CF's, representa modos de propagación que no necesariamente poseen las mismas componentes transversal y longitudinal, es decir, las contribuciones transversal y longitudinal que definen la polarización de los modos sagitales pueden variar con la frecuencia y con el vector de onda. Hemos dicho que existen modos cuasi-transversales, cuasi-longitudinales y completamente mixtos. La importancia de esta diferencia de polarización de los modos sagitales se hizo evidente al interpretar resultados experimentales en CF's 2D. 1,*Estudiantes del P.E de Químico Biólogo.

Enseñanza - LXV-005837

11:00-13:00 **Espectro de una membrana esferoidal inhomogénea** Ricardo Méndez Fragoso (rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Norberto José Ochoa Blancas (norochoa@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En la presente contribución se muestra cómo obtener las soluciones explícitas de los modos normales de vibración en una membrana esferoidal con inhomogeneidades. Un problema clásico durante la licenciatura es encontrar los modos de vibración de una membrana esférica. Debido a que el esferoide tiene una forma mucho más realista a muchos sistemas que se encuentran en la naturaleza, la presente contribución muestra que se pueden realizar cálculos utilizando esta geometría sin aumentar mucho la complejidad de las soluciones. La membrana esferoidal con semi-ejes fijos se puede describir por una coordenada angular y una coordenada azimutal. Esto hace que las soluciones esferoidales puedan ser escritas en términos de funciones esféricas en lugar de utilizar polinomios. Por otra parte, los objetos en la naturaleza casi nunca se pueden considerar homogéneos. Por eso suponemos que la membrana tiene parches donde el material es de distinta densidad. Para resolver el problema de los modos normales de una membrana esferoidal con inhomogeneidades, utilizamos las condiciones de continuidad, para la función y su derivada, en la interfaz de los parches con el resto del objeto. Al final del estudio de los espectros obtenidos para diferentes tipos de geometrías, se plantea el experimento de fabricar un esferoide hecho de una membrana de cobre muy delgada realizado con moldes obtenidos con una impresora 3D, y que se pueden poner a vibrar a diferentes frecuencias utilizando EMAT's para comparar con los resultados teórico-experimentales.

Enseñanza - LXV-005959

11:00-13:00 **Estrategia para desarrollar el pensamiento crítico en el laboratorio de Mecánica** Erika Hernández Rubio (*ehernandezru@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional;

César Hernández Vásquez (*chernandezva@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional;

*Laura Muñoz Salazar (*lmunozs@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Se aplica una estrategia de enseñanza para el reforzamiento del tema de movimiento en 2 dimensiones, en la clase de Mecánica del primer semestre de Ingeniería en sistemas, a través de la combinación de la técnica de aprendizaje basado en problemas (ABP) junto con la realización de prácticas en laboratorio, con el objetivo de enfrentar al estudiante al fenómeno real y permitirle autodirigir su aprendizaje a través del trabajo colaborativo, para desarrollar habilidades de orden superior. De manera específica las actividades se centrarán en el desarrollo del pensamiento crítico. Se diseñan problemas que pueden ser recreados dentro del laboratorio, para que el estudiante contraste los resultados con el experimento, en una segunda etapa se permite al estudiante diseñar su propio experimento para el cual, posteriormente, deberá construir un problema que represente el experimento diseñado, finalmente se mide el conocimiento alcanzado a través de instrumentos que incluyen evaluación y observación del progreso e interacción entre equipos, los resultados se contrastan con la evaluación de un grupo de control.

Enseñanza - LXV-006009

11:00-13:00 **Taller de modelación y simulación computacional de respaldos basados en materiales de cambio de fase para la generación termoeléctrica** José Antonio Otero Hernández (*j.a.otero@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

Rubén Darío Santiago Acosta (*ruben.dario@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

Ernesto Manuel Hernández Cooper (*emcooper@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

*Faustino Yescas Martínez (*fyescas@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

La característica principal del nuevo modelo educativo Tec21 es el aprendizaje basado en retos. Los cursos y talleres están orientados hacia la solución de problemas mundiales tales como la mitigación de gases de efecto invernadero para combatir el cambio climático. Este trabajo fue desarrollado durante un taller de una semana de duración, en el cual los estudiantes están completamente inmersos

y solamente se dedican a la solución de un problema en particular. Este trabajo se enfoca en el análisis del almacenamiento de energía térmica mediante concentración de energía solar. Los estudiantes analizaron un sistema de respaldo basado en materiales de cambio de fase. El objetivo del trabajo fue determinar los efectos de la densidad de energía y la rapidez de transferencia de calor, en los costos de inversión y tiempos de amortización de una planta hipotética con unidades de almacenamiento térmico. Los alumnos fueron organizados en equipos de 5 integrantes. Cada equipo desarrolló el análisis de un sistema de respaldo y presentó sus resultados al final del taller. Los equipos presentaron los costos estimados, tiempos de amortización y conclusiones relacionadas con la viabilidad económica del proyecto.

Enseñanza - LXV-006010

11:00-13:00 **ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA DE LOS LABORATORIOS UNIVERSITARIOS DE FÍSICA DURANTE LA PANDEMIA** Arturo García Zurita (*arturo_zurita@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM;

Bianca Saraim Zavalza Arellano (*bianca7classical@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM;

Rodolfo Ezequiel López Romero (*rol_eze@ciencias.unam.mx*), UAM;

*Esmeralda Lizet Martínez Piñeiro (*esmeraldamartinez@ciencias.unam.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

La pandemia nos mantuvo encerrados durante casi dos años, lo que provocó que muchas actividades se vieran truncadas, sobre todo aquellas relacionadas con la educación presencial. Esto fue muy contraproducente para las clases de laboratorio, que estaban limitadas a un lugar físico del que parecían inamovibles. Afortunadamente, el ingenio de miles de profesores permitió mitigar este problema al crear propuestas de experimentos altamente aplicables para su desarrollo en casa. Por ejemplo, se desarrolló un espectrómetro adaptando una cámara web o el celular que puede obtener espectros de emisión muy precisos de lámparas, e inclusive, bajo ciertas adaptaciones, obtener hasta el espectro de absorción de la clorofila. También se emplearon plataformas como GRAASP y Tinkercad que fomentaron el trabajo en equipo mientras que los estudiantes aprendían a construir circuitos y medir con Arduino, lo cual implementaron brillantemente en sus proyectos finales, creando desde magnetómetros hasta bicicletas eléctricas. La pandemia trajo consigo una serie de eventualidades que expusieron enormemente ciertas desventajas y limitantes de nuestros sistemas educativos, entre ellas, las clases de laboratorio, en las cuales se deben buscar alternativas viables para su desarrollo de forma remota. Sin embargo, no todo es malo, la pandemia permitió el desarrollo de nuevas habilidades y métodos de enseñanza, los cuales indudablemente contribuirán de forma notable

al mejoramiento de nuestra actividad docente Agradecimiento CONACYT, Beca Posdoctoral (CVU 132061)

Enseñanza - LXV-006036

11:00-13:00 **Generación de hidrógeno verde con energía eólica en La Ventosa** José Ignacio Tagle Nardelli Pinto (josetagle@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Perla Karina Peña Prado (perla.pena@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Sebastian Medina Moreno (sebastianmedina@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero (cuauhtli.86@gmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

*Paris Daniel Falcon Salinas (pd.fs@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.

Este proyecto fue diseñado en la Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa por alumnos de Física IV inscritos en sexto grado de preparatoria, y es resultado de un trabajo interdisciplinario (Proyecto Conexiones) [1] que contempló a las asignaturas: Física IV, Química IV y Matemáticas IV. Su objetivo es promover y poner en práctica el uso de las energías renovables e hidrógeno verde [2], para así disminuir las emisiones de dióxido de carbono y ayudar a combatir el cambio climático global al eliminar la intermitencia de la energía eólica. En particular, se realizó el cálculo del tiempo necesario para ahorrar 100 toneladas de CO₂, utilizando la energía producida por un aerogenerador en la región de “La Ventosa”, ubicada en el estado de Oaxaca. Además, se determinó rentabilidad neta del proyecto. [1] DE-GIRE. (2021). Carta descriptiva. Proyecto Conexiones. Disponible en: <https://conexiones.dgire.unam.mx/que-es-conexiones/> [2] Ministerio de Energía. (2020). Hidrógeno verde. Ministerio de Energía, Chile. Disponible en: <https://youtu.be/P07sG-PNA6I>

Enseñanza - LXV-006115

11:00-13:00 **Caída libre en las tres visiones de la física.** Jorge Alejandro Bernal Arroyo (jorge.bernal@ujat.mx), Universidad Autónoma del Estado de México.;

Edgar Luis Luna Hernández (181a12005@alumno.ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.;

*Luis Enrique Ramón Pedrero (181a12007@alumno.ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.;

*Expositor.

En este trabajo se muestran resultados de un análisis del comportamiento de una partícula en caída libre en tres distintas visiones de la física. Estas visiones de la física son la mecánica clásica, la mecánica relativista, y la mecánica cuántica. Se trabajará específicamente sobre la densidad de probabilidad de que la partícula se encuentre en cierta posición. El trabajo finaliza con el análisis acerca de cómo se comporta esta densidad en la mecánica relativista y la mecánica cuántica cuando dichas visiones de la física se trabajan en un límite clásico.

Enseñanza - LXV-006160

11:00-13:00 **La inclusión de la mujer en el aula de Física: una experiencia de formación del docente** Carmen Del Pilar Suárez Rodríguez (pilar.suarez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Vicente Torres (vicentz@gmail.com), UNAM; *Expositor.

Amalia Guerrero Almanza (amalia.guerrero@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Santa Tejada Torres (stejada@tec.mx), Tecnológico de Monterrey;

En este trabajo se presenta un reporte de experiencia de curso de formación docente sobre enseñanza STEM con enfoque de género para la inclusión de la alumna en el aula, impartido asincrónicamente vía Canvas. El objetivo de este reporte es describir y aportar esta iniciativa a la literatura del área. Se presentan los resultados de la adopción del programa de Acciones cotidianas (Everyday actions en inglés) por 13 profesores de bachillerato de áreas STEM. Los participantes del curso entregaron producciones acordes a su contexto educativo, cumpliendo cada etapa del programa. Se concluye que se requieren más esfuerzos educativos y de investigación para fortalecer el vínculo docente-estudiante y para motivar a la alumna a elegir carreras propias de estas disciplinas.

Estado Sólido - LXV-004434

11:00-13:00 **Multifractal wavefunctions of charge carriers in graphene with folded deformations, ripples, or uniaxial flexural modes: Analogies to the quantum Hall effect under random pseudomagnetic fields** Gerardo García Naumis (naumis@fisica.unam.mx), UNAM;

*Abdiel De Jesus Espinosa Champo (abdielespinosa@estudiantes.fisica.unam.mx), UNAM; *Expositor.

The electronic behavior in graphene under arbitrary uniaxial deformations, such as foldings or flexural fields, is studied by including it in the Dirac equation pseudo-electromagnetic fields. General foldings are thus studied by showing that uniaxial deformations can be considered pseudomagnetic fields in the Coulomb gauge norm. This allows one to give an expression for the Fermi (zero) energy mode

wavefunctions. For random deformations, contact is made with previous works on the quantum Hall effect under random magnetic fields, showing that the density of states has a power law behavior and that the zero energy mode wavefunctions are multifractal. This hints at an unusual electron velocity distribution. Also, it is shown that a strong Aharonov–Bohm pseudoeffect is produced. For more general nonuniaxial general flexural strain, it is not possible to use the Coulomb gauge. The results presented here helps to tailor-made graphene uniaxial deformations to achieve specific wavefunctions.

Estado Sólido - LXV-004555

11:00-13:00 Análisis de datos de potencia eléctrica producida por microgeneradores de estado sólido.

Juan Andrés De La O López (*andresdl99@hotmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

*Nathalia Gabriela Morales Alcudia (*nathaliamorales71@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

Alexander Vargas Almeida (*alexvargas.almeida@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

Quintiliano Angulo Córdova (*anguloq@hotmail.com*), Colegio de Postgraduados A.C.;

En este trabajo se muestran resultados de un análisis de la potencia eléctrica generada por microgeneradores de estado sólido; los cuales tienen la característica de convertir directamente calor en electricidad. El análisis se realiza para dos modelos de microgeneradores, cada uno de un material termoeléctrico distinto, se dan a conocer las leyes físicas de transferencia de calor y de transporte de carga eléctrica que gobiernan el comportamiento de los modelos estudiados. Una condición física que se considera en este estudio es la dependencia de las propiedades termoeléctricas con la temperatura. Se busca comprobar que el tipo de material influye sobre el rendimiento del sistema. El trabajo finaliza con una simulación numérica de posibles aplicaciones de la potencia eléctrica generada para diversas resistencias de carga eléctrica.

Estado Sólido - LXV-004625

11:00-13:00 Cuantificación del porcentaje de error en la cuantificación de Zn en una muestra mineral de roca de Smithsonite (ZnCO_3) por XRF y refinamiento Rietveld

Eric Mauricio Rivera Muñoz (*emrivera@fata.unam.mx*), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada;

Cristy Leonor Azanza Ricardo (*cristy_azanza@fata.unam.mx*), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada;

Carmen Leticia Peza Ledesma (*cpeza@fata.unam.mx*), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada;

Beatriz Marcela Millán Malo (*bmillan@fata.unam.mx*), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada;

*José Luis Villegas Tapia (*jvillegas17@alumnos.uaq.mx*), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.

La estimación del contenido porcentual de un elemento en una muestra dada por la técnica de espectroscopía por fluorescencia de rayos X (XRF), tiene un exactitud que depende de varios factores como la preparación de la muestra, la medición en aire o en vacío, el no detectar elementos ligeros, etc. En particular, la cuantificación de Zn en una muestra de roca que contiene diferentes compuestos minerales, como carbonatos, silicatos y óxidos, es un proceso difícil ya que algunos de estos equipos no detectan elementos más ligeros que el Na. Para corregir esta falta, el software interpreta que los elementos detectados están presentes como óxidos, lo cual provoca un error en los análisis cuantitativos. En particular la Smithsonita es un carbonato de Zinc y en el análisis no se detectan ni el O ni el C presentes en el compuesto y el software evalúa los resultados como si fuera ZnO. Para determinar el porcentaje de este error se diseñó una metodología que consiste en calcular el contenido de Zn en una muestra de Smithsonita pura de tres maneras: teóricamente a partir de la fórmula química y el peso de la muestra, a partir del refinamiento Rietveld por XRD de un patrón de difracción por polvos y mediante XRF; posteriormente se repiten los cálculos nuevamente con mezclas de Smithsonita con cantidades conocidas de ZnO. Los resultados obtenidos de este procedimiento se presentan en este trabajo; se explican las diferencias obtenidas y se establece un porcentaje de error que sirve de referencia. Se propone la continuación de la metodología repitiendo la cuantificación mediante otras técnicas y añadiendo otros compuestos como silicatos de Zn en las mezclas.

Estado Sólido - LXV-004663

11:00-13:00 Aleaciones y óxidos de alta entropía, dos rutas de síntesis

Richard Falconi Calderón (*richart.falconi@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

*Juan Carlos Torres Mendoza (*212a16003@alumno.ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

Los sistemas multicomponentes son materiales que han despertado gran interés científico-tecnológico por su estabilidad térmica y sus propiedades de dureza y resistencia. Algunos de estos sistemas presentan una muy alta entropía cuando constan de 5 o más componentes que se distribuyen aleatoriamente en una red cristalina simple común. Un primer grupo es el de las llamadas aleaciones de alta entropía (HEAs) las cuales se caracterizan por ser monofásicas, BCC y FCC principalmente. El segundo grupo son los óxidos de alta entropía (HEOs) los cuales tienen un gran potencial para el uso en baterías de Li^+ . En este trabajo se aborda la síntesis de dos diferen-

tes sistemas que pueden presentar alta entropía: la aleación $MoNbPdZrGeCo_x$ ($x = 0.00, 0.05, 0.10, 0.15$ y 0.20) para la cual se utilizó la técnica de fusión por horno de arco eléctrico con atmósfera controlada y el sistema óxido $(TiYMnBLaFe_x)O_y$ con ($M = Zr, Cr$) y ($x = 0.00, 0.05, 0.10, 0.15$ y 0.20) realizado mediante reacción de estado sólido. Se abordan los resultados preliminares de las estructuras de ambos sistemas así como los métodos para su obtención.

Estado Sólido - LXV-004677

11:00-13:00 **Determinación de la ruta térmica eficaz para la formación de $YFeO_3$ y efecto del dopaje con Sn en el sistema.** *Richard Falconi Calderón (richart.falconi@ujat.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

José Luis Benítez Benítez (jose.benitez@ujat.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Mauri Solórzano Valencia (m.solorzano.ujat@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

Valeria Figueroa Méndez (valefigueroamd@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

**Luz Del Carmen Ruiz García (luruizg01@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.*

El compuesto $YFeO_3$ es un sistema multiferroico que tiene una estructura cristalina de perovskita ortorrómbica con grupo espacial $Pnma$, lo cual le permite estar entre los materiales de importancia en la industria moderna debido a sus propiedades ferroeléctricas, ferromagnéticas y ferroelásticas, en consecuencia, sus aplicaciones están presentes en dispositivos tales como sensores y memorias optomagnéticas. En este trabajo se reporta la ruta térmica más efectiva para sintetizar el compuesto $YFeO_3$ mediante el método de reacción en estado sólido, así como el efecto en su estructura al sustituir Sn en el sitio octaédrico del Fe. Se realiza refinamiento de estructura por el método de Rietveld para evaluar el comportamiento de los parámetros de red en función de la composición de Sn para los sistemas $YFe_{1-x}Sn_xO_3$; con $x=0.0, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$. Se consideran las velocidades de enfriamiento y calentamiento, las temperaturas de sinterización como los factores de control para la síntesis eficaz.

Estado Sólido - LXV-004836

11:00-13:00 **Vidrios de $Zn_3(PO_4)_2$ y $NaZn(PO_3)_3$ co-dopados con $Er^{3+}-Yb^{3+}$ como amplificadores de señal** *Cesar Simón López Monsalvo (cslm@azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA;*

Ivan Aritz Aldaya Garde (ivan.aldaya@unesp.br), UNIVERSIDAD ESTADUAL PAULISTA;

Grethell Georgina Pérez Sánchez (ggps@azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA;

Dulce Yolotzin Medina Velazquez (dyolotzin@azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA;

**Frida Lissete Flores Rivera (al2202803041@azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; *Expositor.*

Actualmente existe un gran interés para el mejoramiento de los dispositivos de la red, como los amplificadores ópticos, que deben cubrir un gran ancho de banda y generar una mayor ganancia que los disponibles actualmente. Por tal razón en este trabajo se realizó una síntesis de vidrios de $Zn_3(PO_4)_2$ y $NaZn(PO_3)_3$ co-dopados con Erblio e Iterbio, se caracterizaron por pruebas de transmisión. Este tipo de vidrios tienen propiedades como, alta transparencia, bajo punto de fusión, alta estabilidad térmica, alta densidad de ganancia que se debe a la alta solubilidad, bajo índice de refracción y baja dispersión, lo que los hace óptimos como amplificadores de señal. Los resultados nos confirman que al aumentar el dopaje del ion Iterbio la ganancia del amplificador aumenta, y que la matriz vítrea de $NaZn(PO_3)_3$ presenta una mejor ganancia en comparación con la matriz vítrea de $Zn_3(PO_4)_2$.

Estado Sólido - LXV-004879

11:00-13:00 **Propiedades electrónicas, magnéticas y estructurales de los sistemas Eu_2BFeO_7 donde $B=Ru$ y Co , con estructura tipo pirocloro.** *Martín Romero Martínez (mromero@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Miguel Pruneda (miguel.pruneda@icn2.cat), Catalan Institute of Nanoscience and Nanotechnology (ICN2);

Adriana Benítez Rico (adriana.benitez@lasalle.mx), Universidad La Salle, México;

Raúl Escamilla (rauleg@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México;

Jaime E. Antonio Pallares (jaime.antonio.gin2017@gmail.com), ESIME - Culhuacan, Instituto Politécnico Nacional;

Héctor Muñoz González (hector.munoz.gin.2018@gmail.com), ESIME - Culhuacan, Instituto Politécnico Nacional;

E. Paola Arévalo López (paola.arevalo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Jose Luis Rosas Huerta (joseluis_rosas@comunidad.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Jorge Pilo Gonzalez (jorge.pilo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los compuestos de óxidos complejos son sistemas con una amplia variedad de propiedades físicas las cuales en los últimos años han sido atractivas para su desarrollo e imple-

mentación en diferentes dispositivos tales como las celdas de combustible de óxido sólido, celdas solares, espintrónicos, multiferroicos, entre otros. Sin embargo, a pesar del gran desarrollo que se ha logrado, existen sistemas que han sido escasamente estudiados, en los cuales, la relación entre la estructura y los grados de libertad de los electrones, específicamente el espín y la carga resulta de gran interés [1]. En este trabajo se presenta el estudio de primeros principios de las propiedades electrónicas, magnéticas y estructurales de los sistemas Eu_2BFeO_7 donde B=Ru y Co con estructura tipo pirocloro, con base en la teoría del funcional de la densidad y la aproximación LDA+U [2], haciendo uso del código SIESTA [3].

[1] Karin, M. Rabe, Annu. Rev. Condens. Ma. P. 1 (2010) 211-235.

[2] J. P. Perdew and Alex Zunger, Phys. Rev. B 23 (1981) 5048.

[3] A. García et al., J. Chem. Phys. 152, 204108 (2020).

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo parcial para este trabajo proporcionado por el proyecto DGAPA-UNAM IN100222 y IA105121. J. Pilo y J. L. Rosas-Huerta agradecen la beca posdoctoral otorgada por la DGAPA: Programa de Becas Posdoctorales de la UNAM. J. E. Antonio y H. Muñoz agradecen el apoyo de CONACYT y BEIFI-IPN. Los autores agradecen las facilidades de cómputo del Centro de Supercómputo- DGTIC-UNAM, así como a los recursos informáticos, la experiencia técnica y el apoyo brindado por el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México, miembro CONACYT de la red de laboratorios nacionales. Finalmente, los autores agradecen la colaboración y el apoyo para los cálculos computacionales del grupo de teoría y simulación del ICN2.

Estado Sólido - LXV-005185

11:00-13:00 **Cálculo de los elementos de matriz de dipolo y coeficiente de absorción en potenciales tipo laser cuántico de cascada en $Ga_{1-x}As/Al_xGa_{1-x}As$.** Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Karla Arely Rodríguez Magdaleno (*karelyrod@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*José Angel Sánchez Reyna (*jose.sanchez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Los pozos cuánticos dobles y triples en $Ga_{1-x}As/Al_xGa_{1-x}As$ son frecuentemente utilizados como elementos básicos de los laser cuántico de cascada (Appl. Phys. Lett. 115, 010601 (2019); doi: 10.1063/1.5110305, Sci. Rep. 9, 9446 (2019); doi: 10.1038/s41598-019-45957-8) donde la asimetría juega un rol fundamental en el diseño de posibles dispositivos optoelectrónicos. Para lo cual los estudios de la estructura electrónica y los elementos de matriz de dipolo asociados a los estados de la banda de conducción,

da información importante para el cálculo de propiedades físicas como el coeficiente de absorción. Trabajando en la aproximación de masa efectiva y de banda parabólica, en este trabajo, se reporta el cálculo de los elementos de matriz de dipolo, así como del coeficiente de absorción de pozos triples asimétricos, los cuales forman la región activa de un láser cuántico de cascada. Se varió el campo eléctrico, y los componentes estructurales del sistema como el ancho del pozo central de 0 a 12 nm y la barrera de la de la derecha de 0 a 6 nm. Encontramos que se pueden sintonizar los picos del coeficiente de absorción cambiando los parámetros estructurales y que dependen fuertemente del valor de campo eléctrico.

Estado Sólido - LXV-005231

11:00-13:00 **Cálculos ab initio de las propiedades estructurales, elásticas y electrónicas del multiferroico $YbFeO_3$ dopado con Co en los sitios de Fe.** Adriana Benítez Rico (*beniadriana@gmail.com*), Universidad La Salle;

Maria Luisa Marquina Fabrega (*marquina@unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM;

Jaime Eugenio Antonio Pallares (*jaime.antonio.gin2017@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. Av. Santa Ana 1000, Ciudad de México, 04440, México;

Hector Muñoz Gonzalez (*hector.munoz.gin.2018@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. Av. Santa Ana 1000, Ciudad de México, 04440, México;

José Luis Rosas Huerta (*joseluis_rosas@comunidad.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM;

Jorge Pilo Gonzalez (*jorge.pilo.ipn@gmail.com*), Facultad de Ciencias, UNAM;

Raúl Escamilla Guerrero (*raulleg@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM;

Eugenia Paola Arévalo López (*paola.arevalo@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM;

*Martin Romero Martinez (*mromero@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

Las ferritas con tierras raras T.R.FeO₃ (T.R. = Dy - Yb), generalmente presentan una estructura ortorrómbica (Pbnm); sin embargo, existen casos en que se han estabilizado con una estructura hexagonal metaestable (P63cm). Son no polares y poseen propiedades ferroeléctricas y ferromagnéticas, lo que las convierte en compuestos multiferróicos de alto impacto científico y tecnológico [1, 2]. En este trabajo se presentan cálculos ab initio empleando el código CASTEP [3, 4] para determinar las propiedades de los compuestos multiferroicos: $YbFe_{1-x}Co_xO_3$, con $x = 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ y 1.0 . Se realizó la optimización geométrica del sistema. Posteriormente se obtuvieron las constantes elásticas. La interacción entre los electrones de valencia y electrones del núcleo se trataron con el

funcional Pseudo Potential–Perdew, Burke and Ernzerhof (PP-PBE), bajo la aproximación del gradiente generalizado (GGA) [5]. Se calcularon los parámetros elásticos tales como: el módulo de Young, módulo de corte, relación de Poisson, anisotropía y la temperatura de Debye para los compuestos estudiados, además, de la densidad de estados electrónicos (DOS) y la estructura de Bandas. [1] S. M. Disseler et al., Phys. Rev. Lett. 114, 217602 (2015). [2] S. Cao et al., J. Phys. Condens. Matter 28, 156001 (2016). [3] S.J. Clark, M.D. Segall, C.J. Pickard, P.J. Hasnip, M.J. Probert, K. Refson, M.C. Payne, Z. Kristallogr. 220 (2005) 220. [4] M.D. Segall, P.J.D. Lindan, M.J. Probert, C.J. Pickard, P.J. Hasnip, S.J. Clark, M.C. Payne, J. Phys. Condens. Matter 14 (2002) 2717. [5] W. Kohn, L.J. Sham, Phys. Rev. A 140 (1965) 1133. Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo proporcionado por el proyecto DGAPA-UNAM IN100222 y IA105121. J. E. Antonio agradece el apoyo de CONACyt y BEIFI-IPN. J. Pilo y J. L. Rosas-Huerta agradecen la beca posdoctoral otorgada por la DGAPA: Programa de becas posdoctorales en la UNAM. Los autores agradecen el apoyo de F. Sarmiento y A. Tejada-Cruz.

Estado Sólido - LXV-005275

11:00-13:00 **Propiedades ópticas no lineales y formación de minibandas de energía en redes de pozos cuánticos de CdS/CdTe** Ricardo León Restrepo Arango (*ricardo.restrepo@eia.edu.co*), Universidad EIA;

Joshua Esteban Henríquez Tapias (*joshua.henriquez22@gmail.com*), Universidad EIA;

Carlos Alberto Duque Echeverri (*cduque_echeverri@yahoo.es*), Universidad de Antioquia;

Álvaro Luis Morales A (*alvaro.morales@udea.edu.co*), Universidad de Antioquia;

Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Erika Cecilia Carrillo Trejo (*erika.carrillo@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Se presentan los cálculos teóricos de los niveles de energía y los coeficientes de absorción óptica no lineal en redes de pozos cuánticos múltiples de CdS/CdTe bajo efectos de campos eléctricos externos. El número N de pozos cuánticos acoplados, produce la formación de minibandas de energía. Los resultados se presentan en dependencia con el ancho de las barreras, el ancho de los pozos, la magnitud de los campos eléctricos, la concentración del azufre (S) en las barreras de la heteroestructura y el número N de pozos cuánticos de la superred, respectivamente. Se discuten los efectos de los campos eléctricos sobre los niveles de energía, las energías de las transiciones permitidas, en los elementos de la matriz de dipolo y en los coeficientes de la absorción óptica no lineal, además de la combinación de estos efectos en estas propiedades optoelectrónicas. Se

analiza la influencia del número N de pozos cuánticos en las respuestas ópticas y en las transiciones electrónicas.

Estado Sólido - LXV-005427

11:00-13:00 **Efecto de la temperatura en las propiedades termoeléctricas de fosforeno nanoestructurado.** Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas.; José Alberto Briones Torres (*jabt0123@gmail.com*), Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo;

Sergio Molina Valdovinos (*sergiomv@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas.;

*Karla Johana Lamas Martínez (*klamaslumamat@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas.; *Expositor.

La termoelectricidad de baja dimensión implica el mejoramiento de las propiedades termoeléctricas de los materiales al reducir su dimensión. Se ha observado que los materiales bidimensionales presentan un incremento de su eficiencia termoeléctrica con respecto al material en bloque, tal es el caso del fosforeno, material 2D considerado prometedor en el área de la termoelectricidad, debido a sus propiedades eléctricas y térmicas. En el presente trabajo, se realiza la nanoestructuración del fosforeno mediante la formación de una barrera electrostática. Se estudian los efectos de la barrera de potencial sobre las propiedades termoeléctricas del fosforeno. Se utiliza la metodología de matriz híbrida para la obtención de la transmitancia del sistema, para electrones propagándose en las direcciones armchair y zigzag del fosforeno. Mediante el formalismo de Landauer se calculan los coeficientes termoeléctricos en función del potencial químico, para diferentes temperaturas. Encontramos como la conductancia electrónica es altamente anisótropa, y presenta mayores valores a lo largo de la dirección armchair. La barrera de potencial genera la aparición de gaps en la conductancia. Además, con el aumento de la temperatura la curva de conductancia se suaviza. Todos estos cambios en la conductancia tienen implicaciones en los coeficientes termoeléctricos, debido a que dependen de esta propiedad. El coeficiente Seebeck resulta anisótropo para potenciales químicos altos, con picos de mayor intensidad a lo largo de la dirección zigzag. Para potenciales químicos pequeños el coeficiente Seebeck presenta un comportamiento isotrópico en ambas direcciones. El factor de potencia y la conductancia térmica eléctrica son igualmente anisótropas y con mayores valores en la dirección armchair. La figura de mérito tiene valores más altos en la dirección zigzag. Para todos los casos se presenta el cambio en las propiedades con el aumento de temperatura.

11:00-13:00 Propiedades magnéticas y de transporte eléctrico de $Dy_{3-x}Sc_xTaO_7$ *Gustavo Tavizón (*gtavizon@unam.mx*), Facultad de Química, CU-UNAM; *Expositor.

Francisco Morales (*fmleal@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, CU-UNAM;

José Francisco Gómez García (*gogf840526@gmail.com*), Facultad de Química, CU-UNAM;

Pablo De La Mora (*delamora@unam.mx*), Facultad de Ciencias, CU-UNAM;

Marco Leyva Ramírez (*mleyva@cinvestav.mx*), Departamento de Química, CINVESTAV;

Jesús Ortega Guzmán (*j_ortegag@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, CU-UNAM;

Los compuestos con estructura cristalina del tipo weberita, como Dy_3TaO_7 , son, estructuralmente muy próximos a las fluoritas y a los pirocloros. Así, el transporte de carga eléctrica está dominado por especies iónicas, mientras que magnéticamente este sistema puede presentar un comportamiento variado, asociado a la presencia de una frustración magnética por geometría, que se presenta en la segunda vecindad de los cationes magnéticos. En este trabajo se presenta un estudio del sistema Dy_3TaO_7 en el que se ha incorporado el catión no magnético Sc^{3+} . La estructura cristalina se estudió en el intervalo 300-523 K y también se realizó un estudio de la resistividad eléctrica en varios intervalos comprendidos entre 15 y 950 K. Magnéticamente, el sistema es un paramagneto de Curie-Weiss con una contribución dominada por los cationes Dy^{3+}

Estado Sólido - LXV-005486

11:00-13:00 Estudio de las propiedades optoelectrónicas básicas del Siliceno monocapa, bicapa y tricapa usando la teoría funcional de la densidad. Flavio Manuel Nava Maldonado (*flavionava@uaz.edu.mx*), Unidad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, México.;

Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, México.;

*Alejandra De Jesús De La Rosa Jasso (*alejandra.delarosa@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, México; *Expositor.

Los materiales 2D han sido de gran interés para su estudio en los últimos años, debido a sus interesantes propiedades estructurales, eléctricas y ópticas. El Siliceno es uno de esos materiales 2D, que al igual que el Grafeno, posee una estructura hexagonal (panal de abeja) y cuya monocapa es prácticamente de átomo de espesor y que, a diferencia del grafeno, los átomos de la celda unitaria no están exactamente a la misma altura (low-buckled). Las bicapas

y tricapas de Siliceno son un excelente escenario para estudiar propiedades optoelectrónicas, ya que su estructura de bandas cambia de manera apreciable en cada caso de esta manera podemos pasar de un sistema semimetálico a semiconductor, derivado de diferentes tipos de apilamientos de estudio, que son el tipo AA, AB, AAA, ABA para bicapas y tricapas, además de considerar la presencia de impurezas. En este trabajo se analizarán las estructuras de bandas y las densidades de estados con dos diferentes tipos de funcionales LDA Y GGA y pseudopotenciales. Logramos reproducir, usando SIESTA (Spanish Initiative for Electronic Simulations with Thousand of Atoms), la estructura electrónica de la monocapa, y realizamos los cálculos para bicapas y tricapas con apilamientos AA y AB y discutimos sus principales propiedades electrónicas. Además, se reportará la parte óptica del material calculando la parte imaginaria de la función dieléctrica

Estado Sólido - LXV-005577

11:00-13:00 Ingeniería de bandgap en superredes de grafeno masivas y no masivas Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Rogelio Rodríguez-González (*rogeliorg@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Heraclio García-Cervantes (*hgarcia@utleon.edu.mx*), Universidad Tecnológica de León;

La ingeniería de bandgap en grafeno se ha convertido en un tema relevante de investigación debido a sus posibles aplicaciones tecnológicas. En este trabajo, se proponen superredes de grafeno masivas y no masivas (MMGSLs) para ajustar las propiedades de transmisión dependientes del ángulo de incidencia de los portadores de carga. Hemos considerado sustratos de ruptura de simetría para generar regiones masivas y no masivas. Reportamos una dependencia angular de los gaps y minibandas de transmisión en función del ángulo de incidencia de los electros de Dirac en MMGSLs. Nuestros resultados muestran que los gaps y minibandas de transmisión tienen una dependencia angular trigonométrica basada en la secante para todo el rango de energía de transmisión. Además, los gaps y minibandas de transmisión están bien definidos a incidencia normal, en contraste con las superredes electrostáticas de grafeno. Estos hallazgos indican que esta clase de sistemas periódicos podrían ser una ruta viable para la ingeniería de bandgap en materiales 2D como el grafeno.

Estado Sólido - LXV-005645

11:00-13:00 Análisis de las propiedades mecánicas y estructura macroscópica de probetas de resina cristal compuesta con plástico PE y cobre. Mario Enrique López Medina (*marioenrique.lopez@upaep.m*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Izbeth Hernández López (*izbeth.hernandez@upaep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Pablo Marco Trejo García (*pablomarco.trejo@upaep.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Zeron Cabrera (*georgina.zeron@upaep.mx*), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; Fidel Alejandro Montiel Flores (*fidelalejandromontiel@upaep.mx*), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla;

*Ricardo Alexis Luna Villegas (*ricardoalexis.luna@upaep.edu.mx*), Instituto La Paz de Puebla A.C.; *Expositor.

Dentro del estudio de los materiales, el diseño, la síntesis, la caracterización y optimización de nuevos materiales son de gran importancia para el desarrollo tecnológico. Por tal razón se estudiaron los efectos de tracción y dureza de probetas de resina cristal con inclusiones de dos materiales diferentes. Con este fin se realizaron probetas de resina cristal con variaciones en concentración de peso de limadura de cobre y del polipropileno (PE) hasta un 5%. A partir de estas pruebas, para cada probeta se determinó el módulo de elasticidad, la dureza, el esfuerzo de cedencia y la fractura. Asimismo, se estudió la estructura superficial de las probetas usando un microscopio óptico. Como consecuencia de este análisis se propone que la concentración porcentual en peso de inclusiones da lugar a un material con diferentes propiedades a la probeta base.

Estado Sólido - LXV-005793

11:00-13:00 Solubilidad del gadolinio en la hexaferrita de plomo *Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (*azdrubal_guerrero@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

Javier Gustavo Cabal Velarde (*javier.cabal.velarde@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Ulises Monrroy López (*mo407168@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Alexia Vázquez Ramírez (*va333551@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

En este trabajo se estudió a solubilidad del gadolinio en hexaferrita de plomo y el efecto que produce su incorporación sobre las propiedades estructurales de la hexaferrita. Se demostró que el gadolinio ocupa preferencialmente el sitio del plomo, teniendo una solubilidad limitada en la estructura cristalina. La hexaferrita de plomo sustituida se basó en la fórmula química $Pbx Gdx-1 Fe_{12} O_{19}$ ($x = 0,00, 0,05, 0,10, 0,15, 0,20$ y $0,30$) y se preparó utilizando el método de reacción en estado sólido a partir de polvos micrométricos. Se optimizaron los parámetros de síntesis asociados con la fabricación para obtener la hexaferrita sustituida con gadolinio a una temperatura de 1000 °C. Las propiedades estructurales se evaluaron mediante difracción de rayos X y el método de refinamiento de Rietveld, mientras que las características morfológicas se analizaron mediante microscopía electrónica de barrido. Los

resultados muestran que la incorporación de gadolinio en la estructura de hexaferrita tiene un fuerte impacto en la estructura cristalina, lo cual es relevante debido al fuerte acoplamiento magnetoestructural que presentan este tipo de compuestos.

Estado Sólido - LXV-005847

11:00-13:00 Efecto del dopaje y funcionalización en la capacidad de almacenamiento de H₂ en SiGe 2D Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Arturo Isaías Martínez Enríquez (*arturo.martinez@cinvestav.edu.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Fernando Salazar Posadas (*fsalazar.posadas@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Luis Antonio Pérez López (*lperez@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Álvaro Miranda Durán (*amirandad.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

Akari Narayama Sosa Camposeco (*asosacamposeco@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

*Brandon Jhoseph Cid Lobaco (*brandomjcid@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

La transición energética global hacia una sociedad neutra en carbono requiere una profunda transformación de la generación de electricidad, así como de los sistemas de energía eléctrica. El hidrógeno tiene un importante potencial para acelerar el proceso hacia el uso de energías limpias y renovables, sin embargo, su integración en los sistemas de almacenamiento de energía sigue siendo un tema de estudio. A diferencia de los enfoques de almacenamiento de hidrógeno convencionales, los métodos que incluyen nanomateriales se basan en fisisorción y/o quimisorción para inmovilizar y almacenar hidrógeno en estado sólido. El almacenamiento de hidrógeno basado en nanomateriales generalmente se considera una alternativa más segura y práctica, adicionalmente se han reportado numerosos estudios sobre como la inclusión de defectos, en particular el dopaje y la funcionalización en los nanomateriales pueden mejorar su capacidad de interactuar con diferentes átomos [1]. En este trabajo se estudiaron mediante cálculos a primeros principios los efectos del dopaje con B y la funcionalización con metales ligeros en la capacidad de almacenamiento de hidrógeno de una monocapa de siligeno (2DSiGe). Los resultados obtenidos indican que la agregación del dopaje de B mejora la interacción entre los metales y el 2DSiGe, aumentando la energía de enlace de los metales. Por otra parte debido al efecto de la funcionalización se aumentó de manera considerable la cantidad de H₂ almacenado, siendo de 1 H₂ en su forma prístina hasta 7 H₂ para los casos funcionalizados con K y Ca, un aumento del 700%. Los resultados del efecto de presión y temperatura sugieren que los sistemas funcionalizados con Na y Ca podrían ser estables a presiones bajas

y a temperatura ambiente, donde el 2DSiGe podría ser un nanomaterial prometedor en el sector del almacenamiento de energía [2]. [1] A. N. Sosa, et. al. Int. J. Hydrogen Energy 46, 29348-29360 (2021) [2] B. J. Cid, et. al. Int. J. of Hydrogen Energy (2022)

Estado Sólido - LXV-005938

11:00-13:00 Método para obtener imágenes de campo oscuro con electrones afectados por Dispersión Térmica Difusa con un detector anular de gran ángulo en Microscopía Electrónica de Transmisión Jorge García Macedo (*gamaj@fisica.unam.mx*), IFUNAM;

*Luis Rendón Vázquez (*rendon@fisica.unam.mx*), IFUNAM; *Expositor.

La dispersión incoherente generada por la vibración térmica de los átomos en un arreglo cristalino, genera una distribución de intensidades que puede ser captada en una imagen de alta resolución obtenida por un detector anular en campo oscuro, lo que se conoce como Annular Dark Field ó ADF-STEM, en donde el contraste de la imagen es obtenido como la intensidad integral sobre un tiempo de exposición [1,2]. Entonces, la dispersión de los electrones por una columna atómica depende de la especie del átomo y de los cambios en la periodicidad del cristal porque se trata de una combinación de las vibraciones de red y las fluctuaciones atómicas [3,4]. En el presente trabajo hemos registrado los cambios en la distribución de intensidades debidos a la dispersión térmica difusa en un óxido complejo Nb₁₆W₁₈O₉₄ utilizando el detector anular de alto ángulo de campo oscuro en STEM (HAADF-STEM) en un microscopio JEM 2010f Fastem. En este microscopio no se cuenta con el detector intermedio de ADF utilizado para la observación de fenómenos de dispersión térmica difusa, por lo que se uso ingeniosamente un arreglo de aperturas objetivas para detectar la señal proveniente de las vibraciones térmicas del arreglo atómico. En comparación se obtuvieron algunas imágenes del mismo óxido complejo en un microscopio JEOL 2200 con corrector de aberración esférica en lentes condensadoras, el cual cuenta con el Detector ADF-STEM y se compararon los resultados. En ambos casos se obtiene evidencia contundente de la dispersión térmica difusa generada en las zonas de cambio de cristalinidad de la muestra y por supuesto en las fronteras de grano del material.

Estado Sólido - LXV-006068

11:00-13:00 Monocapas de GeC para la detención de Li₂S_x para su uso en baterías de Li-S Álvaro Miranda Durán (*amirandad@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

José Eduardo Santana Sánchez (*jesantanas1700@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

Brandom Jhoseph Cid Lobaco (*brandom.cid.gin2019@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

*Luis Edgar Mora Ortiz (*02.luis.mora94@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán; *Expositor.

Las baterías cada vez se vuelven una parte importante de nosotros, desde su uso en dispositivos móviles hasta automóviles. Por esta razón, el interés en el estudio de la capacidad de almacenamiento de energía y ciclo de vida útil de nuevos tipos de baterías como las de iones de Na y K, o baterías de Li-S es cada vez mayor. Se han reportado investigaciones sobre baterías de Li-S que tienen una gran capacidad de almacenamiento de energía, sin embargo, el principal obstáculo para su aplicación es el efecto conocido como “Polysulfide Shuttle Effect” (PSE) que surge con la generación de polisulfuros de litio (Li₂S_x), tales como, Li₂S, Li₂S₂, Li₂S₄, Li₂S₆, Li₂S₈ y S₈, que se transportan del cátodo hacia el ánodo y viceversa durante los ciclos de carga y descarga, degradando la batería y reduciendo su eficiencia de manera significativa. La propuesta presentada en este trabajo consiste en analizar teóricamente, mediante cálculos usando la teoría de los funcionales de la densidad, varios tipos de monocapas de carburo de germanio (GeC-ML's) siendo éstas de 4x4, 5x5, 6x6 y 7x7 cada una interaccionando con el polisulfuro Li₂S₈, los primeros estudios de esta molécula indican que, al tener más elementos, su tamaño es mayor y la monocapa tiende a deformarse, buscando así el tipo de capa con menor deformación. Sin embargo, los primeros resultados indican que en las capas de 5X5 y 4X4 las capas no sufren deformaciones y tiene una buena interacción. Los resultados preliminares muestran que la energía de adsorción de estas dos capas es de 2.80 y 2.41 eV esto quiere decir que se encuentran en el rango de quimisorción y podrían ser una opción de material catódico para retener estos tipos de polisulfuros.

Estado Sólido - LXV-006085

11:00-13:00 Estudio de las propiedades vibracionales y electrónicas de la perovskita NH₃CH₃CaBr₃ Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán;

Álvaro Miranda Durán (*amirandad@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán;

Fernando Salazar Posadas (fsalazar.posadas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan;

*Alejandro Trejo Baños (alejandrtb13@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan; *Expositor.

Sara Elizabeth Pérez Figueroa (zhhpzfa@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan;

Ivan De Jesús Ornelas Cruz (iornelas.ipn@gmail.com), Universidad de São Paulo, Instituto de Química de Sao Carlos;

Julio Zuriel González Vázquez (zuriel.gov@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan;

En la actualidad las perovskitas híbridas metal-haluro han atraído mucha atención debido a sus capacidades como materiales fotovoltaicos. La perovskita más estudiada en este respecto es la de $\text{NH}_3\text{CH}_3\text{PbI}_3$ (MAPI) la cual ha demostrado relativamente altas eficiencias de conversión energética en celdas solares. Sin embargo, el principal defecto de estos materiales es la presencia del Pb el cual es altamente tóxico por lo cual se ha estado buscando intensivamente una manera de reducir el mismo en estos materiales, conservando al mismo tiempo sus excelentes capacidades fotovoltaicas. En este trabajo se estudian las propiedades vibracionales y electrónicas de la perovskita $\text{NH}_3\text{CH}_3\text{CaBr}_3$ (MACaBr) la cual tiene estructura muy similar a la MAPI, mediante una metodología de primeros principios utilizando la teoría de funcionales de la densidad. Se empleó la aproximación del gradiente generalizado con pseudopotenciales conservadores de norma. Se observó que la perovskita MACaBr presenta una brecha de energía muy amplia, superior a los 5 eV lo cual la situaría como un material aislante. Sin embargo, los resultados de las propiedades vibracionales demuestran que la estabilidad de la estructura depende en gran medida de la orientación de la molécula de CH_3NH_3 dentro de la perovskita, lo cual es indicio de que lo mismo puede suceder en otras perovskitas híbridas metal-haluro, lo cual puede ser de gran utilidad para la descripción de esta clase de materiales

Estado Sólido - LXV-006111

11:00-13:00 THz reflectors based on phosphorene

*Brian Gregorio Lozada (brianlozada@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Yesmin Panecatl Bernal (panecatlbernal@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla;

Laura Alejandra Tepanecatl Fuentes (laufuentes224@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Ivan Fuentes Caramo (isenfc@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

In the last two decades, novel devices based on 2D materials have been proposed with many applications in photonics, optoelectronics, sensor technology, biomedicine, among many other areas. In this work, we proposed a THz reflector, based on phosphorene, displaying a tunable frequency range where high reflection takes place (3-25 THz). The reflector is based on a multilayer configuration with metallic contacts to allow the external tuning of charge carrier density. We show that the cutoff frequency, marking the beginning of the first transmission region, depends on structural parameters of the structure and Fermi level of phosphorene. According to our calculations, the dependence of cutoff frequency and charge carrier density follows a quadratic relation. Finally, we analyze the consequences of the variation of Fermi level to the design of externally controllable reflectors using electric doping in phosphorene layers.

Estado Sólido - LXV-006162

11:00-13:00 Aplicación de efectos termoeléctricos en estructuras de baja dimensión para refrigeración doméstica con fines de mejora energética. Jesús Eduardo Castellanos Águila (je.castellanos@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Juan Manuel Belman Flores (jfbelman@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Oleksiy V. Shulika (oshulika@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

*Daniel García Ortega (d.garciaortega@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

*Autor de correspondencia: d.garciaortega@ugto.mx Palabras clave: DFT, Arseniuro de Galio, baja dimensionalidad. En este trabajo se presentarán cálculos de primeros principios basados en la teoría funcional de densidad (DFT) [1,2] para estudiar las propiedades estructurales y electrónicas de la interacción de la interfaz $\text{GaAs}/\text{GaAlAs}_2$ las cuales forman un pozo cuántico. Esto es debido al confinamiento de portadores de carga que generan estas interfaces y al cambio en las propiedades electrónicas de los mismos, esto ha ocasionado un gran interés en su aplicación como generadores termoeléctricos [3-5]. La subestimación al ancho de banda prohibida se solventa usando funcionales híbridos del tipo HSE, debido a que el bandgap es un parámetro fundamental para el confinamiento de portadores en las estructuras de baja dimensionalidad. Con base a los cálculos de primeros principios es posible determinar las ecuaciones de transporte de Boltzmann para la heteroestructura a partir de los valores característicos de Kohn-Sham, esto para calcular los coeficientes de transporte semiclásicos de la estructura y así poder evaluar su viabilidad como generador termoeléctrico en aplicaciones de refrigeración doméstica. Referencias

- [1] P. Hohenberg y W. Kohn, Physical review Vol. 136, No. 3B, B864 (1964).
- [2] W. Kohn y L. J. Sham, Physical review Vol. 140, No. 4A, A1133, (1965).
- [3] Koga, T., Sun, X., Cronin, S. B., Dresselhaus, M. S., Wang, K. L., y Chen, G. Models for low-dimensional thermoelectricity. Journal of Computer-Aided Materials Design, 4(3), 175-182, (1998).
- [4] Zoui, M. A., Bentouba, S., Stocholm, J. G. y Bourouis, M. A review on thermoelectric generators: Progress and applications. Energies vol. 13 (2020).
- [5] Hung, N. T., Hasdeo, E. H., Nugraha, A. R. T., Dresselhaus, M. S. y Saito, R. Quantum Effects in the Thermoelectric Power Factor of Low-Dimensional Semiconductors. Physical Review Letters 117, (2016).

Estado Sólido - LXV-006181

11:00-13:00 **Cálculo teórico de los elementos de matriz dipolar intrabanda en puntos cuánticos core(AlGaAs)-SHELL(GaAs) bajo la acción de campos eléctrico y magnético externos** Juan Carlos Martínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Karla Arely Rodríguez Magdaleno (karelyrod@uaz.edu.co), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Willian Gutiérrez Niño (willigut@saber.uis.edu.co), Universidad Industrial de Santander;

Isaac Rodríguez Vargas (isaac@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

*Jhon Freddy Torres Gómez (freddy-bm83@hotmail.com), Universidad Industrial de Santander; *Expositor.

Se estudió teóricamente el efecto de los campos eléctrico y magnético sobre los elementos de la matriz dipolar intrabanda en el sistema nanoestructurado Core-Shell. Obtuvimos el espectro de energía de un solo electrón confinado cuando se aplican de manera independiente un campo magnético y un campo eléctrico perpendiculares al plano x-y de la heteroestructura. El sistema se modeló utilizando la ecuación de Schrödinger estacionaria en el marco de la aproximación de masa efectiva y función envolvente, la cual se solucionó utilizando el método de elementos finitos. El arreglo nanoscópico se modeló teóricamente como un sistema concéntrico tridimensional con simetría esférica compuesto por un núcleo de $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ y una capa de GaAs. Este modelo nos permitió estudiar el papel que juegan los campos externos sobre la localización de carga y en el espectro electrónico de los estados de menor energía, en particular, se reportan las oscilaciones de energía de Aharonov-Bohm. También calculamos los elementos de la matriz dipolar intrabanda en función del radio del núcleo y en función de la concentración de aluminio bajo la acción de los campos externos aplicados.

Física Atómica y Molecular - LXV-004563

11:00-13:00 **Analogías de dos osciladores relativistas de Dirac-Moshinsky y modelos de dos cavidades** Freddy Jackson Poveda Cuevas (jacksonpc@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

*Juan Pablo Lemus Saldivar (juanplemuss@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En el estudio de la ecuación de Dirac existe un sistema libre de la paradoja de Klein, que es equivalente a un oscilador armónico isotrópico con acoplamiento tipo espín-órbita, denominado oscilador de Dirac-Moshinsky (ODM). Existe una correspondencia de la forma funcional de estos Hamiltonianos relativistas con los no-relativistas de sistemas de óptica cuántica e interacción radiación-materia, exclusivamente con los modelos tipo Jaynes-Cummings (JC). En este sentido, los parámetros físicos tienen una equivalencia biyectiva, así, la aplicación de modelos tipo JC corresponden a una herramienta factible y experimentalmente realizable en un laboratorio de átomos fríos para estudiar la fenomenología asociada al ODM. Siguiendo esto, en este trabajo estudiamos un sistema de dos cavidades acopladas con átomos de dos niveles descritas por el modelo extendido de JC, así como un sistema de dos ODM acoplados, determinando si las analogías que se cumplen para los casos sin acoplamiento persisten en los sistemas acoplados.

Física Atómica y Molecular - LXV-004564

11:00-13:00 **Espectroscopía de Bragg en la aproximación semi-clásica para sistemas de 2 y 3 niveles** Freddy Jackson Poveda Cuevas (jacksonpc@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

*Natalia Baez De La Luz (nat27314@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Hay una gran diversidad de técnicas de diagnóstico óptico aplicadas actualmente a experimentos de gases cuánticos o ultrafríos, y una de estas corresponde a la espectroscopía de Bragg (EB). Este método es análogo a la EB en materia condensada, pero en este caso la materia es difractada por la luz. Así, la EB en gases cuánticos se sustenta en redes periódicas de luz, haciendo fundamental entender los fenómenos y el formalismo asociados a una red interactuando con un sistema atómico. En este trabajo se estudia la dinámica temporal y espacial de la EB mediante modelos de interacción radiación-materia, considerando principalmente átomos de dos y tres niveles, analizando su interacción con dos ondas viajeras contra-propagantes y ortogonales en la aproximación semi-clásica. Esto nos permite analizar detalladamente la estructura de los niveles atómicos interactuando con dos fotones, llevándonos a resolver sistemas de ecuaciones diferenciales parciales

acopladas. El resultado será conocer la configuración en el espacio de momentos del gas atómico.

Física Atómica y Molecular - LXV-004883

11:00-13:00 **Síntesis por sales fundidas de $\text{Sr}_{2-x}\text{Y}_x\text{FeNbO}_6$: caracterización estructural y magnética** *Jesús Eduardo Salgado Hernández (*j_e_salgado@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Jose Luis Rosas Huerta (*joseluis_rosas@comunidad.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Martín Romero Martínez (*mromero@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Jorge Pilo González (*jorge.pilo.ipn@gmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Raul Escamilla Guerrero (*rauleg@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México;

Adriana Benitez Rico (*beniadriana@gmail.com*), GIDI Ingeniería de Procesos y Nuevos Materiales, Dirección de Investigación, Universidad La Salle;

Eugenia Paola Arévalo López (*paola.arevalo@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

En las últimas décadas, las perovskitas dobles han llamado la atención gracias a sus posibles aplicaciones. Particularmente, estos compuestos que contienen hierro son materiales multifuncionales, prometedores debido a sus propiedades magnéticas y de magneto transporte. En este trabajo, estudiamos $\text{Sr}_2\text{FeNbO}_6$, uno de los materiales más estudiados que se conocen por ser uno de los mejores fotocatalizadores para la generación de energía [1-2]. El comportamiento estructural y magnético puede modularse mediante dopaje químico. En este trabajo estudiamos el efecto del dopaje con pequeñas cantidades de itrio en sitios de estroncio. Las muestras policristalinas obtenidas de $\text{Sr}_{2-x}\text{Y}_x\text{FeNbO}_6$ con $x = 0.00, 0.05, 0.10, 0.15$ fueron sintetizadas por el método de sales fundidas. La estructura cristalina se determinó usando difracción de rayos X y el análisis se efectuó mediante el refinamiento por el método de Rietveld. Las propiedades magnéticas se estudiaron por medio de mediciones de susceptibilidad magnética en función de la temperatura en condiciones de enfriamiento en ausencia de campo y enfriamiento en presencia de campo. Además, se efectuaron mediciones de magnetización en función del campo aplicado (0 a 9 T) a diferentes temperaturas. [1] Borse, P. H., et al. "Improved photolysis of water from ti incorporated double perovskite $\text{Sr}_2\text{FeNbO}_6$ lattice." Bulletin of the Korean Chemical Society 33.10 (2012): 3407-3412. [2] Tao, Shanwen, Jesus Canales-Vázquez, and John TS Irvine. "Structural and electrical properties of

the perovskite oxide $\text{Sr}_2\text{FeNbO}_6$." Chemistry of materials 16.11 (2004): 2309-2316.

Física Atómica y Molecular - LXV-004959

11:00-13:00 **Excitaciones colectivas en una trampa toroidal** Freddy Jackson Poveda Cuevas (*jacksonpc@fisica.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

*Alejandra Del Río Lima (*alejandra-delrio@outlook.com*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La no-linealidad de los superfluidos atómicos confinados en trampas no homogéneas se ha demostrado ampliamente tanto experimentalmente como teóricamente en diferentes regímenes de interacción. La no-linealidad se manifiesta en diferentes formas y en particular con la colectividad de la muestra coherente. Por otra parte, desde el punto de vista experimental, la producción de una trampa toroide se hace de manera ingeniosa usando una trampa armónica atractiva cuasi-bidimensional y un haz de luz focalizado repulsivo en su centro; así, el gas cuántico se alojará en la región atractiva formando una geometría toroidal. Además, se pueden inducir excitaciones introduciendo un forzamiento periódico, ya sea en las frecuencias de la trampa armónica o en su interacción. En este trabajo caracterizamos las frecuencias normales inducidas por las excitaciones externas, específicamente de los distintos modos hidrodinámicos de un condensado de Bose-Einstein confinado en la trampa toroidal. También, se analiza el espectro de frecuencias de resonancia, en especial a los que se encuentran relacionados con los modos respiratorio, dipolar, cuadrupolar, usando la ecuación de Mathieu forzada.

Física Atómica y Molecular - LXV-005660

11:00-13:00 **Efectos de polarización de la luz y bombeo óptico en la saturación de la fluorescencia de la línea D2 en Rubidio atómico** José Ignacio Jiménez Mier Y Terán (*jimenez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Fernando Ramírez Martínez (*ferama@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Jesús Flores Mijangos (*flores@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Gersain Gabriel Quiroz Sánchez (*gersain_q@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se presenta un estudio de la fluorescencia producida por el decaimiento del nivel $5P_{3/2}$ en átomos de rubidio en estado gaseoso. El trabajo consiste de una parte experimental en la cual se toman espectros de la línea

D2, particularmente de la transición $5S_{1/2} F=1$ a $5P_{3/2}$ en rubidio 87 y una parte teórica que reproduce con gran detalle las características de los espectros registrados. En la parte experimental se utiliza un láser de diodo de cavidad externa (ECDL por sus siglas en inglés) que emite luz infrarroja linealmente polarizada con longitud de onda de 780 nm y que puede ser sintonizado a las transiciones de la línea D2 del rubidio atómico. Un haz proveniente de este láser se hace pasar dos veces en configuración de haces contrapropagantes por una celda de espectroscopia que contiene vapor de rubidio. La intensidad se controla utilizando una placa retardadora de media onda en conjunto con un cubo divisor polarizador, mientras que su polarización se controla utilizando placas retardadoras de media y un cuarto de onda. La detección de la fluorescencia se realiza en dirección perpendicular a la propagación de los haces. Se observan y registran perfiles espectrales con ensanchamiento Doppler característicos de la línea D2 del rubidio con líneas de saturación en las resonancias atómicas y sus entrecruzamientos. Para la teoría, se dedujo la ecuación maestra de evolución del operador de densidad generando las ecuaciones ópticas de Bloch y añadiendo términos de Lindblad para modelar los decaimientos espontáneos. En este modelo se incluye la estructura hiperfina y subniveles magnéticos de la transición $5S_{1/2} F=1$ a $5P_{3/2}$ en rubidio 87 y se resolvió para una configuración de haces con polarizaciones lineales paralelas. El excelente acuerdo entre la teoría y el experimento nos permite identificar efectos de bombeo óptico y su dependencia con la polarización de los haces. Se agradece el apoyo PAPIIT IN117120, y al CONACYT a través del LANMAC (LANMAC)

Física Cuántica - LXV-004738

11:00-13:00 **Cálculo de Orden no Entero aplicado a la resolución de la ecuación de Schrödinger para una Partícula Libre Unidimensional empleando Derivada General Conformable y Derivada Fraccional de Caputo Fabrizio en el estudio de estados accesibles del sistema** *Leovildo Diago Cisneros (ldiago@fisica.uh.cu), Universidad de la Habana; José Job Flores Godoy (jose.flores@ucu.edu.uy), Universidad Católica de Uruguay; Ernesto Alejandro Mendoza Alvarez (alejandro.mendoza@ibero.mx), Universidad Iberoamericana CdMx;*

*Guillermo Fernández Anaya (guillermo.fernandez@ibero.mx), Universidad Iberoamericana CdMx; *Joel Elías Escudero Gómez (elias.gomez@gmail.com), Universidad Iberoamericana CdMx; *Expositor.*

En el presente trabajo de investigación se desarrolla un tratamiento de Orden no Entero en el estudio de los estados estacionarios de una partícula libre restringida a moverse unidimensionalmente dentro de una caja empleando la Derivada General Conformable de Khalil para la evolu-

ción temporal de los estados de la partícula y la Derivada Fraccional de Caputo-Fabrizio para su evolución espacial. Al graficar la parte real e imaginaria de la solución generalizada obtenida se muestra un comportamiento local amortiguado, toda vez que el operador de Caputo-Fabrizio guarda memoria, en tanto que en el límite de correspondencia se reproducen las soluciones de frente de onda planas cuando los índices γ , β y α del Kernel adoptan valores específicos.

Física Cuántica - LXV-004855

11:00-13:00 **Una revisión a la integral de caminos de Feynman** **César Efrén Valladares Rocha (cesarefrenvr@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas UANL; *Expositor.*

La integral de caminos de Feynman es una herramienta con aplicaciones en diversos campos de la física. Resulta ser muy útil para el cálculo de amplitudes de probabilidad (propagadores) en mecánica cuántica, y es por sí misma una formulación muy atractiva debido a la intuición física y simplicidad que ésta proporciona. En este trabajo se deduce la integral de caminos a partir del formalismo de Schrodinger, demostrando así su equivalencia para la descripción de la cuántica. Adicionalmente se desarrollan algunos resultados notables de la teoría, como el propagador de la partícula libre y la obtención de la función partición de la física estadística a partir de un caso especial.

Física Cuántica - LXV-005180

11:00-13:00 **Enredamiento cuántico en estados de superposición onda-partícula.** *Víctor Manuel Velázquez Aguilar (vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Diego Alberto Lara Bustillos (godie_dalb@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Leonardo López Hernández (leonardo.physic_26@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.*

El enredamiento cuántico es una propiedad de dos sistemas tales que después de interactuar, el estado de cada sistema por separado no puede ser descrito independientemente del estado del otro sistema. Es posible tener enredamiento en términos de posición, momento, spin y polarización, etc. Recientemente hemos manipulado un tipo de enredamiento en fotones individuales que emergen de un divisor de haz en términos de una superposición de estados tipo onda y tipo partícula. En este trabajo se describe el significado de estados onda, partícula y onda-partícula, y se analizan estados enredados basados en la superposición de estados de onda y partícula de fotones individuales.

11:00-13:00 **Introducción a los algoritmos cuánticos**
Jesús Martínez Castro (macj@cic.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;

Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;

**Emily Andrea Franco Escudero (emily.franco48@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

La Computación Cuántica es una de las áreas de mayor interés en la actualidad, ésta relaciona la Informática y la Mecánica Cuántica, y busca producir modelos con características propias de esta última. Esto es debido a que las computadoras actuales no pueden aprovechar la superposición, el entrelazamiento, la inferencia, entre otras. Se presentan circuitos y algoritmos utilizando Qiskit el software basado en Python de IBM para simular una computadora cuántica, además de representar de una manera visual el funcionamiento de un Qubit y las compuertas cuánticas básicas

Física de Plasmas - LXV-004545

11:00-13:00 **Espectroscopía de masas por tiempo de vuelo del Tiofeno mediante absorción multifotónica de radiación láser a 266 nm, 355 nm y 532 nm.**
Horacio Martínez Valencia (hm@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.;

**Eladio Prieto Zamudio (eladio0116@gmail.com), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.*

Carmen Cisneros Gudiño (carmen@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.;

Alfonso Eleazar Guerrero Tapia (alfonsog@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM;

Ignacio Álvarez Torres (ialvarez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM;

El tiofeno es una molécula policíclica aromática con simetría C_{2v} de gran interés en la fabricación de celdas solares orgánicas y en la electrónica molecular. Sin embargo es un contaminante para el medio ambiente que se obtiene como producto de procesos químicos del carbono. Se muestran los resultados experimentales obtenidos por espectroscopía de masas y absorción multifotónica provenientes de la interacción de tiofeno con radiación láser de $\lambda = 532, 355$ y 266 nm. Para cada λ se varía la intensidad de radiación entre 100 y 400 mW obteniéndose sus espectros de masas. Se identifican los cationes y se muestra el porcentaje de corriente iónica de algunos de ellos para las diferentes longitudes de onda utilizadas. Se sugieren algunos mecanismos de disociación que dan lugar a los fragmentos observados. Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM IN223421.

11:00-13:00 **Medición del coeficiente de ionización efectiva y velocidad de arrastre para mezclas de THF – H₂O** Olmo González Magaña (oglmogm@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas;

Jaime De Urquijo Carmona (jdu@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas;

**Luis Gerson Pérez Romero (lgperez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas; *Expositor.*

Al termalizarse, es probable que los electrones de subionización provenientes de la interacción de moléculas del tejido orgánico con la radiación ionizante, generan rupturas simples o dobles de la cadena de ADN por captura electrónica disociativa, ionización o interacción con radicales, provocando daño o muerte celular y, por ello, tienen un papel importante en el tema del daño biológico por radiación. El Tetrahidrofurano (THF, C_4H_8O) es una molécula orgánica que, en su fase gaseosa, se utiliza para modelar la interacción de electrones con la 2-Desoxirribosa, una molécula presente en el ADN. El estudio de la interacción de electrones en una mezcla de THF con agua (H_2O) es de gran relevancia, debido a que en el seno de una célula hay una gran cantidad de moléculas de agua rodeando la 2-Desoxirribosa y el material genético. Mediante la Técnica Pulsada de Townsend (TPT) se han medido el coeficiente de ionización efectiva y la velocidad de arrastre electrónico para varias mezclas de THF-Agua. Se observó en la mezcla un aumento considerable de la captura electrónica con respecto a la medida en THF puro, en el intervalo de E/N de 70 a 120 Td ($1 \text{ Td} = 1 \times 10^{-17} \text{ V cm}^2$), siendo este un resultado interesante en cuanto a la influencia que tiene el agua dentro de la interacción. Se agradece al CONACyT la beca de doctorado otorgada a G. Pérez, y la asistencia técnica de G. Bustos, A. Bustos y H. Hinojosa. Este trabajo ha sido apoyado por el Proyecto PAPIIT-UNAM IN 118520 y IA101922.

Física de Plasmas - LXV-004613

11:00-13:00 **COMPARACIÓN DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN DE UN COLORANTE AZOICO MEDIANTE PLASMA, FENTON Y FOTOFENTON** Horacio Martínez Valencia (hm@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Pedro Guillermo Reyes Romero (pgrr@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México;

Aarón Gómez Díaz (agomezd@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México;

Ángel Tlatelpa Becerro (angel.tlatelpa@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Esteban Montiel Palacios (esteban.montiel@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Josefina Vergara Sanchez (vergara@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

César Torres Segundo (*cesar.torres@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Valeria Monserrat Vidal Morales (*valeriavidalmorales0107@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

*Jocelyn Celestino Vázquez (*jocelyn.celestino@uaem.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

En la industria se utiliza una gran variedad de colorantes, los tipo Azo son de los mas usados en los diferentes procesos de producción, sin embargo, la mayoría de las ocasiones no se tiene una adecuada remoción del agua. Por lo tanto, su eliminación de las aguas residuales recibe gran atención por medio de diferentes procesos de tratamiento. Debido al gran número de anillos aromáticos presentes en las moléculas de los colorantes, se ha mostrado que el tratamiento biológico convencional no es efectivo para la degradación de estos compuestos. Trabajos recientes de investigaciones han demostrado la viabilidad de tratamiento de agua contaminada con colorantes mediante el uso de procesos avanzados de oxidación (PAO's), en este trabajo se estudia el uso de Plasma, Fenton y foto-Fenton. Muestras de agua contaminada con colorante Naranja Directa 39 (ND39) se trataron mediante Plasma a presión atmosférica, Fenton y foto-Fenton. La concentración inicial del colorante es 1.0 mM a un volumen inicial de 250 mL, utilizando FeSO₄ en solución acida como catalizador. Los resultados indican que se logra disminuir la coloración de las muestras en función del tiempo de tratamiento, esto se verifico mediante el espectro de Absorción en el intervalo UV/Vis, también se obtuvo el Carbono Orgánico Total (COT) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), de las muestras tratadas. Además, se monitoreo el cambio del pH y la conductividad eléctrica de las muestras durante el tratamiento. El colorante alcanza una degradación mayor al 50% en 30 minutos de tratamiento. Los autores agradecen a los proyectos DGAPA IN102916, PRODEP DSA/103.5/15/6986, PROMEP 103.5/13/6626, PRODEP CA-5511-6/18-8304 y PII-43/PIDE/2013; CONACyT 268644; UAEM 4307/2017/CI.

Física de Plasmas - LXV-004860

11:00-13:00 **Comparación de equilibrios de Tokamaks con diversas fronteras, empleando soluciones de senos y cosenos a la ecuación de Grad-Shafranov.** José Julio Emilio Herrera Velázquez (*herreraj@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares;

*Carlos Rubén Carrera Padilla (*carloscarrera@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El equilibrio de fuerzas en una columna de plasma en estos aparatos está descrito por una ecuación diferencial parcial no lineal conocida como la ecuación de Grad-Shafranov (GS). Dicha ecuación relaciona el flujo poloidal con el gra-

diente en la presión y el campo magnético toroidal, siendo ambos función del mismo flujo. Sus soluciones analíticas resultan útiles para el estudio del equilibrio y, posteriormente, análisis de la estabilidad de dichos equilibrios. Este último tipo de soluciones consiste en proponer perfiles de presión y de campo magnético toroidal, que permitan reducir la ecuación a una lineal. En este trabajo se estudian soluciones analíticas a la ecuación GS propuestas por L. Guazzotto y J. Freidberg [Phys.Plasmas 87, 905870303 (2021)] a partir de series de funciones de senos y cosenos para el flujo poloidal. Éstas permiten analizar propiedades más realistas en un tokamak, como lo son, los perfiles de corriente y presión, dados los parámetros de la frontera del plasma, así como las contribuciones por corriente de Bootstrap. Su implementación numérica, cortesía del mismo Guazzotto, está hecha en MATLAB. El objetivo principal de este trabajo es obtener la forma de los campos toroidal y poloidal así como el perfil del factor de seguridad para la configuración geométrica de la columna de plasma con tres conjuntos realistas de parámetros relevantes a tokamaks modernos. Se observa cómo varían las figuras de mérito al cambiar la configuraciones de la frontera de la columna del plasma, es decir, la razón de aspecto, la elongación y la triangularidad.

Física de Plasmas - LXV-005162

11:00-13:00 **Identificación de perturbaciones viajeras en el plasma de la ionósfera** Eduardo Gerardo Pérez Tijerina (*eduardo.perez@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León;

Esmeralda Romero Hernandez (*esmeralda.romero@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León;

Amanda Salas Navarro (*amanda.salasnr@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Federico Salinas Samaniego (*federico.salinas@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Las perturbaciones ionosféricas viajeras (TIDs) son irregularidades en el plasma que se propagan en la parte alta de la atmósfera, y se caracterizan por tener una densidad electrónica más baja que su entorno. Su tránsito puede interferir en la propagación de las ondas de radio y afectar las comunicaciones terrestres y telecomunicaciones, por lo cual es de vital importancia su estudio y seguimiento. En este trabajo se analizó la frecuencia y horarios de ocurrencia de las TIDs hacia el norte del país, utilizando datos del contenido total de electrones (TEC) durante el 2018 - 2020. Para la estimación del TEC se usaron datos del receptor GPS MNIG, a los cuales se les removió la tendencia para poder aplicar un análisis espectral. Para ello se aplicó la transformada Wavelet con la que fue posible resaltar los periodos predominantes en donde se presenta-

ron las perturbaciones ionosféricas, así como los horarios de ocurrencia.

Física de Plasmas - LXV-005628

11:00-13:00 **Caracterización de la potencia eléctrica de un Plasma Jet** *Horacio Martínez Valencia (hm@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

César Torres Segundo (cetose@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Josefina Vergara Sánchez (vergara@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Pedro Guillermo Reyes Romero (pgrr@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México;

Aarón Gómez Díaz (agomezd@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México;

**María José Rodríguez Albarrán (mjrodriguezal@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*

Los plasmas fríos generados a presión atmosférica aplicados a la desinfección y degradación de contaminantes es un tema de interés de la Física, debido a la generación de especies atómicas y moleculares, algunas de las cuales son oxidantes, por ejemplo: OH, N₂, NO_x, O₃, O₂, O⁻, H₂O₂, motivo por lo cual pueden ser aplicados en la degradación de contaminantes y el tratamiento de superficies. El trabajo se centra en el estudio de un plasma jet, generado a partir de una descarga de barrera dieléctrica; tomando en cuenta que este tipo de descargas tienen una menor potencia eléctrica, los hace viables para su interacción con material biológico. Una forma de caracterizar la descarga es utilizando el método de potencia instantánea, en el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos mediante un osciloscopio del comportamiento de corriente y voltaje para la determinación de la potencia eléctrica en el sistema. Se agradece al proyecto 6324/2021 ESP y a la beca CONACYT para estudios de posgrado.

Física de Plasmas - LXV-005859

11:00-13:00 **Revisión del Criterio de Lawson** *J. Julio E. Herrera Velázquez (herrera@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;*

**Josué Irad Galindo De La Serna (ji.galindo@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*

El criterio de Lawson es una de las metas necesarias a cumplir para que un plasma produzca mayor energía de fusión que la que se pierde por bremsstrahlung. Dependiendo del tipo de reacción que se desee emplear, y establece cotas mínimas para la densidad, tiempo de confinamiento y temperatura de los iones en el plasma. En general se le presenta como una gráfica del triple producto de estas tres variables en función de la temperatura. Sin embargo, es

un cálculo simple en cero dimensiones. Por ello es conveniente considerar otros factores. Por ejemplo, Guazzoto y Betti [2] han considerado un modelo de varios fluidos, con diferentes temperaturas, y lo han extendido a una dimensión espacial, considerando diversos perfiles de densidad y temperatura. [1] J D Lawson 1957 Proc. Phys. Soc. B 70 6 [2] L Guazzotto and R Betti 2019 Plasma Phys. Control. Fusion 61 085028

Física de Plasmas - LXV-005928

11:00-13:00 **Sobre la invariancia de norma de la helicidad magnética en magnetohidrodinámica** *J. Julio E. Herrera Velázquez (herrera@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;*

Mercedes Paulina Velázquez Quesada (mquesada@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Ana María Iglesias Resendiz (ana.iglesiasresendiz@viep.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

La helicidad magnética y la helicidad cruzada son cantidades conservadas en magnetohidrodinámica ideal que están asociadas a corrientes de Noether, y se reconocen como invariantes de norma. En particular la helicidad magnética es una medida topológica del grado de enrollamiento de tubos de campo magnético, y por lo tanto depende de su geometría. En este trabajo se expone de una forma general el cómo la helicidad magnética se puede describir para tubos entrelazados, de modo que uno de ellos serpentea alrededor de un eje circular plano. Para ello se separa en una contribución de “twist” y otra de “writhe”, siguiendo la exposición de P. Bellan [1], y se muestran ejemplos de campos magnéticos en los que éstas configuraciones se presentan en experimentos de confinamiento magnético, en donde se presentan modos de rizo.. [1] P. M. Bellan, Fundamentals of Plasma Physics, Cambridge University Press, 2006.

Física de Plasmas - LXV-006070

11:00-13:00 **Estudios previos para el diseño de un tokamak de configuración variable** *J. Julio E. Herrera Velázquez (herrera@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;*

**Brandon Zamorano Baños (brann@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*

José Antonio Gómez Cid (antonio.lamaquina.cid99@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

Actualmente el tokamak es el concepto más avanzado de confinamiento magnético, con miras a diseñar un reactor de fusión nuclear controlada. Bajo las condiciones actuales de financiamiento a la ciencia y la tecnología en México, es poco viable el construir un aparato de este tipo que sea

capaz de realizar una contribución significativa en el campo. Sin embargo, para poder incidir en éste, es necesario contar con herramientas que permitan entrenar a los especialistas que se dediquen a su estudio y desarrollo. En este contexto, se presenta un estudio previo en el que se presentan varias opciones para diseñar un tokamak de configuración variable, a lo largo de las líneas del TCV de la Escuela Politécnica Federal de Lausana, Suiza. El propósito sería contar con un aparato en el que se podría estudiar la física de diversas configuraciones del plasma. Si bien la construcción de dicho aparato no es viable en el presente, el ejercicio de diseño permite a estudiantes familiarizarse con los diversos aspectos del control del equilibrio de la columna de plasma, y presenta un punto de partida para realizar simulaciones cada vez más elaboradas. El estudio se hace mediante el código de equilibrio FIESTA [1], basado en el efrit [2], desarrollado por Geoffrey Cunningham del Culham Centre for Fusion Energy. [1] G. Cunningham 2013 Fusion Engineering and Design 88 3238 [2] L.L. Lao et al 1985 Nucl. Fusion 25 1611

Física de Radiaciones - LXV-005121

11:00-13:00 **Concentración de actividad de radionucleidos naturales en agua y sedimento de la zona arrecifal de Xcalak y Mahahual, Mexico** *Pedro Luis Ardisson Herrera (pedro.ardisson@cinvestav.mx), Departamento de Recursos del Mar, Cinvestav-Mérida; Rafael García-Tenorio (gtenorio@us.es), Grupo de Física Nuclear II, Universidad de Sevilla; Felipe De Jesús Escalona Alcázar (fescalona@uaz.edu.mx), Unidad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Zacatecas; Josefina Huerta García (jhuga@msn.com), Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas; Ana Ruth Nava Huerta (ruth_an22@hotmail.com), Departamento de Recursos del Mar, Cinvestav-Mérida; *Cruz Daniel Mandujano García (cmanujano@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Los niveles de radionucleidos naturales en ecosistemas acuáticos es de gran importancia para la evaluación de riesgo radiológico, tasas de sedimentación, datación radiométrica, entre otros. Los radionucleidos de las series naturales del uranio-238, torio-232 y uranio-235 se encuentran presentes en agua, sedimento y biota de zonas costeras. En este trabajo se realiza la caracterización radiométrica de muestras ambientales del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y la costa de Mahahual. Los métodos incluyen las técnicas de espectrometría de rayos gamma y espectrometría de partículas alfa. Los resultados en sedimento presentan valores de 22.8 ± 4.0 , 25.0 ± 3.1 , 17.9 ± 6.2 , 31.9 ± 2.4 Bq/kg para el ^{238}U , ^{234}U , ^{210}Pb y ^{210}Po , respectivamente; y un bajo contenido de ^{232}Th y ^{235}U , con valores de 0.44 ± 0.14 y 0.90 ± 0.32 Bq/kg, respectivamente. Por su

parte, el agua presenta valores del orden de 41.3 ± 9.5 y 54.9 ± 8.7 mBq/L para el ^{238}U y ^{234}U . La concentración de actividad de estos radionucleidos en agua y sedimento de Xcalak y Mahahual son similares a los encontrados en otros sistemas acuáticos a nivel global y proporcionan una línea base de esta región para fines de comparación.

Física de Radiaciones - LXV-005414

11:00-13:00 **Radiation Chemistry as Tool in Earth Science Studies** *Alejandro Heredia (aheredia@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Sergio Ramos-Bernal (ramos@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Alicia Negrón Mendoza (negron@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Cruz-Castañeda (jorge.cruz@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México; *Adriana Meléndez-López (adriana.melendez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.* The study of the interaction of gamma radiation with some relevant elements on our planet is important for Earth Sciences to understand some current phenomena that our planet is going through and suggest some solutions such as the remotion of dyes in residual waters (e.j. bromothymol blue, green malachite, etc.). The goal of this work shows the importance of some previous results in which the interaction of gamma radiation with organic compounds can give clues to solve current problems by making use of gamma radiation interaction with matter. Our results show that gamma irradiation could be an alternative to the removal of emerging contaminants, a topic of current relevance.

Física de Radiaciones - LXV-005862

11:00-13:00 **Influence of depth and capping of soil radon measurement wells on the gas distribution within the well** *Daniel Palacios Fernandez (dpalaciosf@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Patrizia Pereyra Anaya (ppereyra@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Renzo Alamo Calderon (renzo.alamo@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Oscar Rodriguez Rios (a20193716@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Daniel Pecho Vega (a20193313@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Daniel Huaman Molina (huaman.daniel@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú;*

Luis Vilcapoma Lázaro (lvilcapoma@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú;

*Cesar Guevara Pillaca (cesarj.guevara@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; *Expositor.

Measurement of soil gas radon/thoron concentration using passive monitors is normally carried out using a PVC tube inserted into the surface. This tube is open at the lower end to allow the diffusion of radon into the inside volume. For measurements, the radon monitor can be placed at a certain distance from the bottom by suspending it by a thread tied to the tube top. If the tube cap causes a tight seal, the average radon concentration could be approximately constant throughout the volume of a short tube. However, the measured concentration might depend on the monitor placement depth for a long tube due to the influence of the radon diffusion length. In order to test these hypotheses, field experiments were carried out in wells of different depths using different well-capping systems. Results are presented and recommendations are given for conducting radon measurements in soil gas using E-PERM monitors. The good sealing of the tube cap allowed to obtain results more related to the physical and chemical properties of the soil and less influenced by seasonal and daily changes in atmospheric parameters.

Física de Radiaciones - LXV-005979

11:00-13:00 Analyzing an experimental simulation of Titan's atmosphere that use a laser-induced plasma as a bolide recreation José Alfredo Rojas Vivas (alfredo.rojas@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Paola Molina Sevilla (paolam@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

José Guadalupe De La Rosa Canales (delarosa@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Sebastián Mendoza Téllez (sebastian.mendoza@correo.nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Titan, the largest moon of Saturn, is one of the most intriguing planetary bodies across the solar system. It has a gorgeous atmosphere with a unique composition that can work like a simile of the Primitive Earth, making research about it a "look-back" in the past and evolution of Earth's atmosphere.

This work involves the chemical analysis of an experimental simulation of Titan's atmosphere that interacts with a bolide (using a laser-induced plasma), evaluating the series of gas compounds formed in terms of astrobiological interests. The evaluation of the chemical compounds found in this work can specifically serve in the comprehension of how life evolved in the past Earth and if it is possible to find earthlike life on Titan or other planetary bodies.

Física de Radiaciones - LXV-006145

11:00-13:00 Computer program TRACK_REMAKE for modeling etched nuclear tracks profiles in LR-115 and CR-39 nuclear track detectors Daniel Palacios Fernandez (dpalaciosf@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú;

*Diego Francisco Roldan Bautista (a20122977@pucp.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; *Expositor.

Morphological and geometric parameters of etched tracks in solid-state nuclear track detectors (SSNTD) offer valuable information on the energy and angle of incident alpha particles. Although there is no theoretical model that fully describes the track formation process, empirical and semi-empirical models have been developed based on the V function that describes the relationship between etch rates along the latent track (V_t) and on the undamaged region (V_b). Considering the formation of a track as a result of the superposition of V_b and V_t , the computer program TRACK_REMAKE was developed. The program calculates the 2D and 3D coordinates of track profiles generated in LR-115 and CR-39 detectors, according to the chosen V function, for various initial conditions of the incident particle (angle and energy) and etching conditions (bulk etch rate and etching time). The comparison of the developed program with the TRACK_TEST program showed a very good correspondence. The use of TRACK_REMAKE is proposed as an alternative for the determination of geometric track parameters since it provides functionalities not implemented in TRACK_TEST such as sizes of the major and minor axes of the track bottom (cellulose nitrate-polyester interface) and visibility parameters for LR-115 detectors.

Física de Sistemas Complejos - LXV-004444

11:00-13:00 Desarrollo de modelos basados en Machine Learning para la predicción de propiedades en espectros UV-Vis David Alexis García Espinosa (davale@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias;

*Azaneth González Domínguez (azanethgonzalezd@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias; *Expositor.

Patricia Guadarrama Acosta (patriciagua@materiales.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de

Las moléculas fotosensibles, entre ellas la curcumina son la materia prima utilizada dentro de nuestro laboratorio, después de varias investigaciones se han logrado sintetizar nuevos derivados de curcumina como los mencionados por Cruz-Hernández, C.[1] con propiedades ventajosas en comparación de la molécula original, entre estas su alta solubilidad en agua.

Nuestro trabajo se basa en la predicción del nivel de absorción que tendrán los nuevos derivados fotosensibles después de haber sido incididos con un láser de 415 nm con una intensidad de 25 mW en exposiciones de 6 min. A partir de la obtención experimental de espectros UV-Vis bajo la metodología mencionada anteriormente, inspirados por los trabajos de Fei, C.[2] se propone la aplicación de modelos de machine learning de regresión para la predicción del punto máximo de absorción, este proyecto incluye la adquisición de la información utilizada, el desarrollo de modelos a comparar y la evaluación de los mismos. Algunos de nuestros resultados son métricas (MAE) de 0.06 para la predicción sobre un conjunto prueba.

Bibliografía:

- [1] Cruz-Hernández, C., García-Espinosa, D. A., & Guadarrama, P. (2022). Click synthesis of novel dendronized curcumin and analogs. Strengthening of physicochemical properties toward biological applications. *Organic & Biomolecular Chemistry*, 20(13), 2643-2650.
- [2] Fei, C., Cao, X., Zang, D., Hu, C., Wu, C., Morris, E., & Lampropoulos, G. (2021, March). Machine learning techniques for real-time UV-Vis spectral analysis to monitor dissolved nutrients in surface water. In *AI and Optical Data Sciences II* (Vol. 11703, p. 117031D). International Society for Optics and Photonics.

Física de Sistemas Complejos - LXV-005234

11:00-13:00 **Análisis de propagación de SARS-CoV-2 dentro de un centro académico: Una aproximación basada en agentes.** Héctor Medel Cobarrín (*hmedel@tec.mx*), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey;

*Luis Enrique Beltrán Martínez (*lebm2000@outlook.com*), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

Luis Antonio Urenda Zacarías (*antoniourenda98@gmail.com*), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey;

En este trabajo se presenta el análisis de un modelo de dinámica de infección debido al SARS-COV-2. Bajo la perspectiva de sistemas complejos y usando la simulación basada en agentes, (ABM) por sus siglas en inglés, se desarrolla un modelo en NetLogo donde se estudian diferentes escenarios, de condiciones iniciales y parámetros, para el posterior rastreo de las condiciones de los agentes considerando elementos de contagio y propagación de un virus. Se busca crear una simulación tan realista como sea posible dentro del modelo (ABM), por lo que se incorporan procesos estocásticos a gran escala con un tamaño de población considerable. Lo anterior implementado en un mapa donde se procura recrear los micro-espacios. Así, en el modelo se prueban diferentes escenarios y a través del análisis de corridas de experimentos, por cada escenario, encontrar patrones de comportamiento dentro los contagios a lo largo del tiempo.

Como resultado del análisis en este estudio se presentan los resultados estadísticos, sobre el número de personas contagiadas, obtenidos a través del modelo ABM y posteriormente se hace una comparación entre estos y los resultados de un modelo epidemiológico SEIIQR estocástico.

Física de Sistemas Complejos - LXV-005913

11:00-13:00 **Métodos Computacionales para Billares Clásicos y Cuánticos en forma de Estadio** José Luis Del Río Correa (*jlrc@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Yulian Andrés Álvarez Ballesteros (*yaalvarezb@unl.edu.co*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.

En este trabajo se presentan dos métodos computacionales introductorios al caos cuántico aplicado a billares. Primero se estudia la descomposición en modos dinámicos (DMD) para reconstruir trayectorias en un billar clásico. Para un estadio, localmente el modelo se ajusta satisfactoriamente con una reducción de dimensionalidad r grande con respecto al tiempo en el que es observado el sistema. También se realiza un breve estudio del método de integral de contorno para encontrar los valores y funciones propias de la ecuación de Helmholtz con condiciones de frontera dadas. Como ejemplo encontramos las energías propias en el intervalo $E \in [1, 120]$, para un billar con forma de estadio y condiciones de contorno de Dirichlet. También se muestran las funciones de onda para los diez primeros estados del sistema cuántico.

Física Médica - LXV-004557

11:00-13:00 **Propiedades mecánicas e interacciones de superficie de *Acinetobacter baumannii* por microscopía de fuerza atómica.** Eleazar Samuel Kolosovas Machuca (*samuel.kolosovas@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

José Luis Cuéllar Camacho (*luiscuecam@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

José Adrián Martínez González (*jose.adrian.martinez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Juan Guillermo Munguía Fernández (*juanguillermo@ciencias.unam.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Lizeth García Torres (*liz.gato88@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Acinetobacter baumannii se ha convertido en una bacteria de interés global ya que en las últimas décadas se ha relacionado a un número importante de infecciones hospitalarias con consecuencias devastadoras para pacientes en terapia intensiva o crítica a nivel hospitalario, por lo que se ha vuelto un patógeno de interés central para la búsqueda de métodos de prevención e inhibición. El presente

proyecto está enfocado en utilizar como técnica central la microscopía de fuerza atómica (AFM) y especialmente la espectroscopía de fuerza para investigar las propiedades de adhesión y mecánicas de *A. baumannii*. La principal aplicación del AFM es la creación de imágenes de superficies en alta resolución, sin embargo, este también permite obtener información de las propiedades mecánicas del material con una resolución atómica. Algunas de estas propiedades son: la adhesión, la rigidez, la fuerza máxima, la disipación de energía, el tiempo de contacto, las fuerzas de largo alcance, la dureza y el módulo de elasticidad.

Física Médica - LXV-004874

11:00-13:00 **Análisis de IRMf-ER de una población infantil con obesidad** Benito De Celis Alonso (*bdca@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Lucio Fidel Rebolledo Herrera (*lucioreb@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Cristian Heber Zepeda Fernández (*hzepeda@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Javier Miguel Hernández López (*javierh@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*María Isabel Antonio De La Rosa (*maria.antonio@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se sabe que la obesidad produce neuro-inflamación lo cual podría inducir déficit cognitivo, por ello y con el fin de descubrir si la obesidad y sus características metabólicas se asocian con la función cognitiva en niños de edad escolar, en el presente estudio se busca caracterizar la conectividad funcional en una población infantil con obesidad empleando el análisis de Imagen de Resonancia Magnética Funcional en estado de reposo (IRMf-ER). Los cuales permiten caracterizar el funcionamiento basal y funcional del cerebro. Partimos identificando las Redes en Estado de Reposo (RER) del grupo de estudio (con obesidad) y grupo control (con normo peso). Esto se hace a través del Análisis de Componentes Independientes (ICA). Después mediante un análisis de ROI a ROI examinando las relaciones entre las propiedades de la red se realizan comparaciones estadísticas de las diferencias entre grupos.

Física Médica - LXV-004931

11:00-13:00 **Ecuación de monodominio para modelar actividad eléctrica en los ventrículos** Ramírez Álvarez César Omar (*cesaromarramirezalvarez@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Carmen Geraldí Higuera Chan (*carmen.higuera@unison.mx*), Universidad de Sonora; Jesus Jairo Rodríguez Padilla (*jjairo86@gmail.com*), Centre INRIA d'Université Côte d'Azur; Cristhian Alan Rojo Saucedá (*cristiansauseda@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Miguel Ernesto Medina León (*medina.leon@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Se utiliza la ecuación de monodominio para simular actividad eléctrica en el corazón humano. Dicho modelo proviene de la reducción del modelo de bidominio de la propagación eléctrica del tejido miocárdico; suponiendo que los dominios intracelulares y extracelulares tienen proporciones de anisotropía iguales. Concretamente, se utiliza el modelo ventricular de ten Tusscher[1] en una geometría realista, a saber, los ventrículos.

Se generan (mediante métodos de elemento finito) distintos casos simulando la actividad eléctrica conocida como reentrada, la cual es característica de la taquicardia ventricular. Este fenómeno es de interés médico, pues generalmente es el precursor de la fibrilación ventricular, el cual es mortal en la mayoría de los casos.

Se analizan algunos mecanismos para inducir taquicardia ventricular y así comprender mejor este fenómeno.

[1] ten Tusscher KH, Noble D, Noble PJ, Panfilov AV. A model for human ventricular tissue. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2004 Apr;286(4):H1573-89. doi: 10.1152/ajp-heart.00794.2003. Epub 2003 Dec 4. PMID: 14656705.

Física Médica - LXV-005031

11:00-13:00 **Simulación y cálculo de la resolución espacial de un MicroPET bimodular con un fantasma microderenzo.** Benito De Celis Alonso (*bdca@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Cristian Heber Zepeda Fernández (*hzepeda@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*María Lyzeth López Toxqui (*dustprofecia@outlook.es*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La resolución espacial se define como la distancia mínima en la que se pueden diferenciar dos puntos en una imagen. La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica de medicina nuclear para crear imágenes, que representan la distribución de un radiofármaco dentro del cuerpo en estudio. Por lo que, se requieren equipos PET con un valor de resolución espacial aproximadamente de mm para poder realizar un diagnóstico figuras geométricas adecuado. Por otro lado, un fantasma para imágenes es

un objeto diseñado para simular desde figuras geométricas simples hasta complejas e inclusive en el área de simulación cuerpos de humanos o animales para evaluar, analizar y ajustar el rendimiento de varios dispositivos de imágenes. La metodología realizada en este trabajo consiste en una serie de simulaciones utilizando el software Geant4, versión 10.06. El equipo MicroPET simulado está configurado por dos módulos detectores. Cada módulo consiste en una matriz 20x20 de cristales LYSO (oxiortosilicato de lutecio con itrio) con tamaño de 2mmX2mmX10mm, acoplados a un área sensible denominada scorer. Una forma regular de medir la resolución espacial de un sistema es crear una imagen de un fantasma microderenzo. Esta herramienta contiene tubos de diámetro variable separadas por espacios que tienen el mismo ancho del diámetro. En la simulación se consideró que cada tubo contiene solución de agua y 18-F. Los resultados obtenidos muestran la imagen del fantasma microderenzo obtenida por el MicroPET bimodular, permitiendo visualizar la capacidad del equipo para reproducir fielmente el cuerpo del fantasma. Además, se presenta un análisis para determinar cuál es la distancia mínima de separación entre los tubos. Se concluyó que la resolución espacial del sistema es de 1.5 mm.

Física Médica - LXV-005215

11:00-13:00 Corneal crosslinking based on the Genipin molecule. *Carlos Raul Sandoval Alvarado (crsa@uaemex.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico;*

Roberto Lopez Rendon (rlopezre@uaemex.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico;

Polet Garcia Peñaloza (poletgp03@gmail.com), Universidad Autonoma del Estado de Mexico;

**Juan Sumaya Martinez (jsm@uaemex.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico; *Expositor.*

Topic Genipin molecula at 0.1, 0.25 and 0.5% concentration in DMSO , was applied to eyes of 10 rabbits, one eye was treated, another eye as control, in two groups, first in adult rabbits, topic on cornea, second in baby rabbits, in subconjunctival space. Keratometric, paquimetric, tonometric and axial length measures were taken, pre and post treatment in the first, fourth and twelfth week.

it is shown that Genipin has better potential to enhance corneal stiffness and stability through inducing CXL than the bright protocol based on riboflavine actived with UV light.

Física Médica - LXV-005258

11:00-13:00 Monitoreo de tratamiento de Quimioterapia en pacientes con cáncer de mama usando espectroscopia Raman de muestras de suero sanguíneo *José Luis González Solís (jose.gsolis@*

academicos.udg.mx), Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara;

Luis Adolfo Torres González (adolfo.torres@iberoleon.mx), Universidad Iberoamericana León;

Luis Felipe Jave Suárez (lfjave@yahoo.com), Centro de Investigación Biomédica de Occidente, Instituto Mexicano del Seguro Social;

Adriana Aguilar Lemarroy (adry.aguilar.lemarroy@gmail.com), Centro de Investigación Biomédica de Occidente, Instituto Mexicano del Seguro Social;

David Omar Oseguera Galindo (david.oseguera@academicos.udg.mx), Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara;

**Brenda Esmeralda Martínez Zérega (brenda.mzerega@academicos.udg.mx), Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

Lourdes Giselle De La Torre Gutiérrez (lourdes.delatorre2660@alumnos.udg.mx), Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara;

En este trabajo se presenta el monitoreo de tratamientos de Quimioterapia de pacientes con cáncer de mama, utilizando espectroscopia Raman de muestras de suero sanguíneo y Análisis Multivariado. Inicialmente, estudiamos las diferencias bioquímicas entre pacientes control (sanos) y los diagnosticados con cáncer de mama y utilizamos la espectroscopia Raman y el Análisis de Componentes Principales (ACP) para diferenciarlos, y determinamos la especificidad y sensibilidad, de 87.14% y 90.55% respectivamente. Posteriormente monitoreamos 6 pacientes con cáncer de mama durante sus tratamientos de quimioterapia usando las mismas técnicas y comparamos los resultados con los expedientes médicos obteniendo concordancia. Además, se observó una posible correlación entre la intensidad del pico Raman en 450 cm^{-1} , que correspond al Glutathione, y la evolución del cancer por lo que parece ser un buen candidato como biomarcador. Los resultados confirman que la espectroscopia Raman y el ACP, pueden ser excelentes técnicas para detectar el cancer de mama y monitorear los tratamientos de quimioterapia de forma poco invasiva.

Física Médica - LXV-005302

11:00-13:00 Estudio sobre rompimientos simples de ADN irradiados en una solución acuosa en función de la concentración de material genético mediante el software de simulación Monte Carlo TOPAS-nBio **Andrea Fernanda Ramos Bonilla (andrea.ramosb@alumno.buap.mx), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; *Expositor.*

Omar Rodrigo Garcia Garcia (omarr_gg@hotmail.com), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla;

Eduardo Morenos Barbosa (eduardo.morenob@correo.buap.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico;

Jorge Naoki Dominguez Kondo (*jorgenaoki.dominguezkondo@ucsf.edu*), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla;

Introducción:

Múltiples estudios de Howard B. Michael's y Jhon W. Hunt dentro de la literatura hablan del daño al ADN y se pueden encontrar múltiples trabajos (Howard B. 1978; Tomita 1995; Milligan 1993; Meylan 2016) que soportan la idea tomando en cuenta diferentes factores externos, tales como el tipo de radiación empleada, la composición del medio, la cantidad de ADN y la temperatura del medio, que contribuyen a que se produzcan rompimientos de hebra. En este estudio se analizarán los rompimientos de hebra simples (SSB por sus siglas en inglés) como función de la concentración del ADN en una muestra irradiada por una fuente de rayos gamma de Cesio-137.

Metodología:

Se utilizó el programa de simulación TOPAS-nBio para simular las condiciones experimentales descritas en (Milligan 1993): una solución acuosa con una concentración de DMSO de 10-3mol dm⁻³, variando la concentración de plásmidos de ADN (pUC19) en un rango de 50 a 200 g cm⁻³, irradiada mediante una fuente de ¹³⁷Cs con una tasa de dosis de 0.12 Gy min⁻¹ a 3.26 Gy min⁻¹ a temperatura ambiente (25°C). La cantidad de SSB producidos en función de la concentración de ADN simulados se compararon con los datos experimentales reportados para validar los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de este proyecto.

Conclusión:

Se encontró una eficiencia del daño al ADN por la reacción con el radical OH de entre 24%, los resultados obtuvieron una buena concordancia con los datos experimentales dentro de una desviación estándar. Se encontró una tendencia creciente de los rompimientos a medida que la concentración de ADN aumenta de manera correspondiente a los datos experimentales.

Física Médica - LXV-005564

11:00-13:00 **Experiencia del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) en la Implementación del Apéndice A de la NOM-040-NUCL-2016: Control de Calidad del Activímetro del Servicio de Medicina Nuclear** *José Guadalupe Villagrana Velázquez (*joviveiner@gmail.com*), FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO; *Expositor.

Introducción: La Medicina Nuclear es la Especialidad médica que emplea isótopos radiactivos y técnicas biofísicas afines para la prevención, diagnóstico, terapia e investigación médica; se fundamenta en tres pilares: paciente; radiofármacos e instrumentación específica. El Activímetro es el instrumento que mide la actividad del radiofármaco que será administrada al paciente, por lo que se espera la confiabilidad de las mediciones de este. Consiste

en una cámara de ionización de tipo pozo (llena de gas a una presión) en la que se introduce la fuente radiactiva y que, al establecer una diferencia de potencial entre sus electrodos, se produce una corriente iónica al paso de la radiación que indica directamente el valor de la actividad de esa fuente. En 2016, luego de la entrada en vigor de la NOM-040-NUCL-2016, el Control de Calidad del activímetro tomó un papel fundamental dentro de las actividades de un Servicio de Medicina Nuclear. Objetivo: Implementar el Apéndice A de la NOM-040-NUCL-2016 en el Servicio de Medicina Nuclear del INER. Metodología: A partir de octubre del año 2016, con periodicidad diaria para las verificaciones y trimestral para el Control de Calidad, se realizan las pruebas de verificación (física, reproducibilidad y respuesta al fondo) y Control de Calidad (respuesta al fondo, precisión, exactitud y linealidad de la respuesta a la actividad) que se establecen en la Normativa al Activímetro marca CAPINTEC modelo CRC-15R y serie 155273 del Servicio de Medicina Nuclear del INER, mediante el uso de 4 fuentes radiactivas: Cobalto-57 (200.5 MBq); Bario-133 (9.620 MBq); Cesio-137 (7.729 MBq) y Tecnecio-99m (1110 MBq). Resultados y Conclusión: Las pruebas realizadas muestran que los parámetros se mantienen dentro de la tolerancia establecida por la Normativa, por lo que es posible concluir que las lecturas del activímetro son confiables y se garantiza la correcta administración del radiofármaco a los pacientes del Servicio de Medicina Nuclear del INER.

Física Médica - LXV-005940

11:00-13:00 **Caracterización de cambios morfológicos sobre la materia blanca cerebral en poblaciones infantiles por Resonancia Magnética** Silvia Hidalgo Tobón (*shid@xanum.uam.mx*), UAM-Iztapalapa, HIMFG;

Po-Wahwah So (*po-wah.so@kcl.ac.uk*), Kings College UK;

Pilar Dies-Suarez (*pilydies@yahoo.com*), Departamento de Imagenología, HIMFG;

Benito De Celis Alonso (*bdca_buap@yahoo.com.mx*), Facultad de Ciencias, BUAP;

*Hector Ramirez Flores (*ledzephhec@live.com*), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa, INNyN; *Expositor.

1.- Introducción: La resonancia magnética es una herramienta indispensable para los estudios en cerebros saludables y patológicos [1]. La obesidad se ha caracterizado por cambios morfológicos en el cuerpo humano, pero pocos estudios se han realizado de poblaciones pediátricas.

2.- Objetivo: Caracterizar y comparar los cambios morfológicos debidos a la obesidad en el cerebro humano de poblaciones infantiles.

3.- Material y Métodos: Las imágenes de anatómicas de 142 niños fueron examinados con una edad media de (8.31±1.18) años. Se clasificaron de acuerdo IMC. Las imágenes

nes fueron obtenidas en un scanner 3 Teslas del Hospital Infantil de México Federico Gómez, con una bobina de cráneo de 32 canales, usando una secuencia ponderada en T1 en 3D. Se utilizó el software FreeSurfer [2] para las segmentaciones del cerebro. Se correlacionó el volumen de la materia blanca (MB) con los niveles de IMC, niveles sanguíneos de Lipoproteínas de Baja Densidad (LDL) y alta densidad (HDL).

4.- Resultados:

Una correlación de Spearman se obtuvo entre los volúmenes de MB y el IMC de 0.259 $p=0.005^{**}$; para los volúmenes y LDL fue de 0.143, $p=0.136$ y finalmente para HDL -0.168 $p=0.076$. Se realizó una comparación estadística de medias entre los grupos normopeso vs obeso con una prueba t-student, resultando en un $p=0.080$.

5.- Discusión y Conclusiones: El volumen de MB parece aumentar con el IMC y LDL, mientras que parece que parece disminuir con el HDL. Solo el IMC tuvo la suficiente significancia estadística. Estos resultados podrían indicar que la mielina [3] aumenta su volumen en los obesos, lo que indicaría un aumento de lípidos sobre los axones de materia blanca, que provocaría a largo plazo una neuroinflamación de bajo grado [4].

6.- Referencias

- [1] Egger, J., et al, 20212. Journal of medical systems, 36(4), 2097-2109.
- [2] Waxman, S. G., & Ritchie, J. M. (1993). Annals of Neurology, 33(2), 121-136.
- [3] Guillemot-Legris, Muccioli, G. G. (2017). Trends in Neurosciences, 40(4).

Física Médica - LXV-005997

11:00-13:00 Objeto ferromagnético dentro de un equipo Clínico de Resonancia Magnética *Silvia Hidalgo Tobon (shid@xanum.uam.mx), UAM-Iztapalapa, HIMFG;*

Pilar Dies-Suarez (pilydies@yahoo.com), Departamento de Imagenología, HIMFG;

Yunuen Rojas Lemus (yunuen.b.r.lemus@gmail.com), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa;

**Luis Chavez Antonio (luis.chavez.060894@gmail.com), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa; *Expositor.*

Introducción: Los accidentes en torno al resonador magnético de uso clínico ocurren al ingresar materiales metálicos, se pueden convertir en proyectiles, poniendo en riesgo la integridad física del paciente y el personal.

Metodología: Basándonos en experimento controlado, al ingresar una herramienta por el túnel del escaner, ésta realiza un movimiento tipo oscilador armónico amortiguado antes de adherirse a la pared del túnel. Aplicando los principios físicos de teoría electromagnética a fin de ofrecer en modelo matemático que se ajustara al fenómeno

físico observado se propone la ecuación de movimiento:

$$m\ddot{z} + c\dot{z} = k \frac{V}{\mu_0} \frac{\mu_R - 1}{\mu_R + 2} B_z \frac{dB_z}{dz},$$

donde z es la posición del objeto, c el coeficiente de amortiguamiento, μ_R la permeabilidad relativa, V el volumen del objeto y μ_0 la permeabilidad del vacío.

Resultados: Se propusieron dos hipótesis del comportamiento del campo y del gradiente de campo en el resonador, ya sea como una combinación de una función sinusoidal con una función exponencial o una función Sinc

$$B_z \frac{dB_z}{dz} \propto \cos(k * z) * e^{\alpha * t},$$

$$B_z \frac{dB_z}{dz} \propto \text{sinc}(k * z).$$

Discusiones: Se debe considerar que el objeto oscila debido a que el campo magnético cambia de polaridad a lo largo de su trayectoria y el objeto magnetizado. La oscilación del objeto requiere una fuerza magnética grande y amortiguamiento débil. La fuerza magnética depende del tipo de material, un objeto ferromagnético produce fuerzas grandes. El numero de oscilaciones es inversamente proporcional al peso del objeto. Conclusiones: Se concluye que las hipótesis hechas para el campo magnético describen el fenómeno de acuerdo a las propiedades del objeto metálico y el resonador. La seguridad en resonancia es vital para evitar accidentes.

Física Médica - LXV-006194

11:00-13:00 Mamografía Digital: Resultados de la comparación de dos protocolos de control de calidad. *César Ruiz Trejo (cesar@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Ruby Espejo Fonseca (ruby.espejo@salud-digna.org), Salud Digna A C.;

Jonathan Sabino Campechano (jo-nathan@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Analyn Velasco Nieto (analyn_84@hotmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En México, el cáncer de mama es un problema de salud pública, pero es curable si se diagnostica en etapas tempranas, para esto se usa la mamografía que es la técnica de detección temprana que ha demostrado disminuir la mortalidad por este padecimiento cuando se efectúa con calidad. Para realizar esto se debe contar con equipo que funcione correctamente, es decir, que produzca imágenes con calidad diagnóstica optimizando la dosis de radiación impartida a la paciente. El objetivo de este trabajo consistió en realizar las pruebas de control de calidad en dos sistemas de mamografía digital tipo DR (E1 y E2). Las pruebas

se aplicaron de acuerdo con los protocolos del American College of Radiology (ACR) y de la European Federation of Organisations for Medical Physics (EFOMP), 16 y 13 pruebas respectivamente. Se presentan los resultados de todas las pruebas, en particular, para calidad de imagen según ACR y EFOMP: ambos equipos cumplen puntuación del maniquí: fibras 4, microcalcificaciones 4 y masas 4 para E1 y 3, 3 y 4 respectivamente para E2. La relación señal-ruido la cumplen E1 y E2, la relación contraste-ruido se cumple para E2 pero no para E1, las imágenes en E1 y E2 no presentan artefactos. Con relación a la dosis glandular promedio, la cumplen E1 y E2 según ACR (0.95 ± 0.05 y 1.34 ± 0.08 mGy) y EFOMP (1.31 ± 0.07 y 1.16 ± 0.05 mGy) para los maniqués de referencia de cada protocolo. De la aplicación de los protocolos se puede concluir que los resultados obtenidos son similares, sin embargo, el protocolo ACR presenta tolerancias más restrictivas. Por estar más detallado el protocolo ACR es más fácil de realizar. En el protocolo ACR es más fácil realizar los cálculos requeridos y el llenado de su hoja de cálculo es más simple. Por otro lado, la hoja de cálculo del EFOMP presenta errores. Se agradece el apoyo de Salud Digna y al proyecto PAPIIT-IN105622.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004507

11:00-13:00 **Dinámica no lineal de la estabilidad modulacional de la ecuación no autónoma cubica - quinta de Schrödinger.** *Federico Garcia Gabriel Santibañez Sanchez (fegasa@uaemex.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO;*

Maximino Perez Maldonado (speeck@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO;

Tatyana Belyaeva Leonidovna (tbl@uaemex.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO;

**Máximo Augusto Aguero Granados (maaguerog@uaemex.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO; *Expositor.*

Se investiga la inestabilidad modulacional (IM) inducida en el marco del modelo de la ecuación no lineal cubica - quinta de Schrödinger (NLSE) no - autónoma y que posee la característica de ser no integrable, bajo los esquemas conocidos como el método de dispersión inversa o el método de Hirota. Se realizan cálculos analíticos para obtener el criterio de inestabilidad modulacional en el sistema no autónomo cúbico-quinto de Schrödinger. Se encuentran relaciones de dispersión que acoplaran al número de ondas K con la frecuencia de la perturbación ω que a su vez conllevará a la obtención de regiones de estabilidad de la IM inducida debido a la no linealidad tipo Kerr. La importancia de los resultados consiste en la posibilidad de suprimir la aparición de olas o perturbaciones "rebeldes" debido a los mecanismos de compensación para la no linealidad quinta y la dispersión cambiante.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004552

11:00-13:00 **Algunos elementos de teoría de norma aplicados a las finanzas** *Dolores García Toral (dolores@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Víctor Manuel Vázquez Báez (manuel.vazquez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

José Eduardo Rosales Quintero (jeduardo.rosales@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Edmundo Reynoso Contreras (eduardo.reynosoc@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Iñaki De Santos Flores (inaki.desantos@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

En este trabajo se presenta un modelo de juguete para descripción de algunos conceptos dentro mercado financiero como divisas, arbitraje de divisas, etc. utilizando conceptos geométricos y físicos de teorías de norma tales como conexiones, haces fibrados, simetrías internas, curvatura, grupos, etc. El modelo busca relacionar resultados en mercados financieros con teorías de norma, que sirvan para una mejor comprensión de los conceptos físicos y matemáticos.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004567

11:00-13:00 **Implementación de una nueva forma funcional del efecto YORP** *Rafael Zavala Molina (rflzvl5@gmail.com), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica. Universidad Nacional Autónoma de México.;*

Lorenzo Olguín Ruiz (lorenzo@astro.uson.mx), Departamento de Investigación en Física. Universidad de Sonora;

Ernesto Aguilar Rodríguez (ernesto@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica Unidad Michoacán. Universidad Nacional Autónoma de México.;

Joaquín Estevez Delgado (fismatumsnh@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Mario Rodríguez Martínez (mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México.;

**Raúl Gutiérrez Zalapa (raulgz@comunidad.unam.mx), Posgrado en Ciencias de la Tierra. Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México.;* **Expositor.*

Cuando un asteroide o cometa orbita nuestro sistema solar experimenta fuerzas de atracción con cada uno de los planetas u otros objetos errantes que estén en su vecindad. Principalmente, experimenta esta fuerza de atracción con nuestro Sol. Aunada a estas fuerzas se debe de consi-

derar los efectos YORP (Yarkovsky-O'Keefe-Radzievskii-Paddack) que son fuerzas relacionadas con la radiación térmica y el torque que hacen que los asteroides o cometas pequeños experimenten una deriva en su órbita (principalmente en su semieje mayor). Estos efectos están en función de sus propiedades de espín, órbita y material. La deriva orbital de estos objetos se descompone en deriva diurna $da/dt \propto F_w \kappa$ y deriva estacional $da/dt \propto F_n \kappa$ donde F_w y F_n son funciones que dependen del radio del objeto R y la conductividad térmica por radiación l_ν . En este trabajo se propone un nuevo perfil para $\kappa \propto R'$ y $l_\nu \propto R'$ donde R' es una función del radio, obteniendo un comportamiento analítico con resultados físicamente aceptables.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004570

11:00-13:00 **Álgebras de Hopf y estados coherentes no lineales** Omar Pavon Torres (*opavtor91@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Mexico; Máximo Augusto Aguero Granados (*maaguero@uaemex.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO; *Abraham Cruz Cid (*acruz883@alumno.uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Mexico; *Expositor.

El concepto de estados coherentes no lineales surge como una generalización de la definición algebraica de los estados coherentes, es decir, los eigen-estados del operador de aniquilación. Dichos estados fueron introducidos originalmente a partir de la expresión de las álgebras de Hopf en términos de los operadores de aniquilación y creación resultando en el oscilador armónico deformado (u oscilador q) y su posterior generalización (oscilador f). Estas álgebras cuánticas deformadas nos ofrecen la ventaja de encontrarse bien representadas en el espacio de Hilbert-Fock. Los estados coherentes no lineales son útiles para analizar sistemas cuánticos, tales como; la descripción del movimiento de un ion atrapado: en el cual se presentan algunas propiedades no lineales tales la compresión, la compresión del cuadrado de la amplitud y el comportamiento sub-Poissoniano; la dinámica del sistema electrón-fonón y la construcción de estados comprimidos de la luz asociados a los polinomios de Hermite. Tales aplicaciones muestran la creciente atención que han suscitado los estados cuánticos en cuestión, es por eso por lo que en el presente trabajo se presentan la definición formal de estos estados, sus propiedades, su relación con las diferentes álgebras de Hopf y sus principales aplicaciones en la física.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004661

11:00-13:00 **Cosmological piecewise functions to treat the local Hubble tension** *Rodrigo Sandoval-Orozco (*rodrigo_sandoval18@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Celia Del Carmen Escamilla Rivera (*celia.escamilla@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM;

The current cosmic time evolution of the Universe is described by the General Relativity theory when a cosmological principle is considered under a flat space time landscape. The set of known as Friedmann equations, contain the principles that lead to the construction of the standard Λ CDM model. However, the current state-of-art regarding these equations, even if it is a fundamental method, is based in solving analytically the differential equations by considering several forms of matter/energy components or evaluating them in specific cosmic times where two or more components contribute at the same rate. This latter can be carry out through the approach of piecewise solutions, whose reduce the numerical integrals. In this paper we discuss new solutions through special analytical functions and constraint them with an updated compilation of observational Hubble observations in order to deal with the local H_0 tension reported.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004805

11:00-13:00 **Estructura geodésica del agujero negro de Schwarzschild en Rainbow Gravity** Carlos Alberto Ortíz Gonzalez (*ortizgca@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Julio César López Domínguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Alberto Isaac Díaz Saldaña (*isaacdiaz@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Javier Fernando Chagoya Saldaña (*javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Manuel Martínez Guevara (*manuel.martinez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Tomando una solución particular en Rainbow Gravity analizamos cualitativamente geodésicas para rayos de luz y partículas. Finalmente comparamos los resultados obtenidos con aquellos obtenidos gravedad de Einstein.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005000

11:00-13:00 **Análisis de halos de materia oscura en simulaciones cosmológicas de N-cuerpos asistidas con aprendizaje profundo** Jesús Alberto Martínez Castro (*macj@cic.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional; José Alberto Vázquez González (*javazquez@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Isidro Gómez Vargas (*igomez@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Jazhiel Chacón Lavanderos (*chacon12021@cic.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En el proceso de formación de halos de materia oscura en las simulaciones numéricas de N-cuerpos, la formación de estructura suele ser costosa computacionalmente. Dentro de esta formación, es posible determinar distintas tareas de interés, como conocer si una partícula de materia oscura puede llegar a formar un halo materia oscura o si dicha partícula termina siendo una partícula libre al finalizar la simulación. Así mismo, es posible detectar las regiones dentro de estas simulaciones que forman halos de materia oscura de manera jerárquica gracias a la sobredensidad que hace colapsar la materia del campo de densidad en estas estructuras. En este trabajo se propone el uso de redes neuronales artificiales para abordar estas dos tareas importantes en el análisis de halos. Mostramos la relevancia de esta herramienta de análisis que, en la mayoría de los casos, es más eficiente computacionalmente que otros métodos tradicionales.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005118

11:00-13:00 **Modos cuasinormales del campo electromagnético en un agujero negro asintóticamente Lifshitz** *Alfredo López Ortega (alopez@ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional;*

**Fernando Monsalvo Sánchez (fernando.monsalvo.esfm@gmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Usando el hecho de que las ecuaciones de Maxwell se simplifican a un par de ecuaciones radiales, en este trabajo calculamos exactamente las frecuencias cuasinormales del campo electromagnético que se mueve en un agujero negro asintóticamente Lifshitz. Tomando como base nuestros resultados analizamos la estabilidad clásica del agujero negro.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005204

11:00-13:00 **Geodésicas nulas en un agujero negro Bardeen rodeado de fluido perfecto de materia de oscura** *Victoria Elizabeth Cerón Ángeles (vceron@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;*

Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;

Omar Pedraza Ortega (omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

**Ottmar González Ivey (go312766@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se estudian las trayectorias de una partícula sin masa (fotón) para un agujero negro de Bardeen rodeado de fluido perfecto de materia de oscura. El fluido perfecto de materia oscura es descrito por un campo escalar acoplado a la gravedad. Estas geodésicas se obtienen utilizando las ecuaciones de Euler-Lagrange para la métri-

ca del agujero negro rodeado por materia oscura, dichas ecuaciones se abordarán de forma numérica y con ayuda del software especializado (Maple), se obtendrán las trayectorias de las geodésicas nulas de acuerdo con la energía y momento angular de los fotones.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005415

11:00-13:00 **Análisis dinámico del sistema Einstein-Proca en simetría esférica** *Juan Carlos Degollado Daza (jcdegollado@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas - Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Carlos Enrique Escobar Santiago (charles07@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los objetos compactos en relatividad numérica constituyen excelentes modelos para probar teorías alternativas de la gravedad y estudio de ondas gravitacionales. En este trabajo se estudia el modelo de Einstein-Proca en simetría esférica partiendo de la obtención de soluciones estáticas y analizando propiedades como la energía de amarre y la compacidad. Luego se obtiene el comportamiento dependiente del tiempo y se estudian algunas de sus aplicaciones, concentrándonos en sus propiedades dinámicas mediante simulaciones computacionales en relatividad general.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005430

11:00-13:00 **Termodinámica de un agujero negro en electrodinámica no lineal** **Emmanuel Alfredo Rodríguez Ortiz (1803608b@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Gabino Estevez Delgado (gabino.estevez@umich.mx), Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Joaquín Estevez Delgado (joaquin@fismat.umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

En la teoría de la relatividad general de Einstein es posible obtener soluciones exactas tanto para la electrodinámica lineal como para la no lineal, existiendo diferencias sustanciales entre ambos casos, como lo es la existencia de agujeros negros regulares, lo que genera la pregunta sobre que otras características pueden ser diferentes entre ambas teorías. En este trabajo presentamos un análisis de la termodinámica de un agujero negro obtenido con electrodinámica no lineal y mostramos que aunque la estructura de la geometría es la misma la termodinámica para el caso con carga eléctrica y magnética son diferentes.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005474

11:00-13:00 **Tiempos y velocidades de caída en agujeros negros rotantes** *Iván De Jesus Pérez Román (ivan_perez_roman@hotmail.com), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.; Nora Eva Bretón Báez (nora@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;*

**Blanca Angélica González Morales (gombstar@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

Se analizan los tiempos y velocidades de caída de una partícula de prueba en el agujero negro Hayward rotante así como la métrica de Kerr. En estos sistemas se analizan los límites en los casos no rotantes donde los parámetros regularizan Hayward y Schwarzschild. Los resultados muestran similitudes muy particulares entre estos sistemas. En los límites adecuados recuperamos Schwarzschild.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005769

11:00-13:00 **Propagación libre de ondas gravitacionales en teorías $f(R)$** *Francisco Nettel Rueda (fnettel@ciencias.unam.mx), UNAM; *Cynthia Maldonado Gonzalez (cyn@ciencias.unam.mx), UNAM; *Expositor.*

Las teorías $f(R)$ han sido estudiadas principalmente en el ámbito de la cosmología. Su análisis en el contexto de ondas gravitacionales no ha sido explorado tan ampliamente. Algunos trabajos, tomando modelos particulares de $f(R)$ han encontrado diferencias en los modos de propagación de la onda gravitacional, que podrían discriminar entre este tipo de teorías y la Relatividad General. En este trabajo analizamos la propagación libre de ondas gravitacionales en teorías $f(R)$, sobre un fondo plano. Además de los dos modos de propagación transversales que se propagan a la velocidad de la luz que describe la Relatividad General, encontramos que, independientemente del modelo y bajo unas condiciones mínimas para la función $f(R)$, existe un modo de propagación longitudinal masivo. También analizamos la manera en que este modo de propagación podría ser detectado y las condiciones en que la fuente de ondas gravitacionales debe de existir para que dicho modo sea susceptible de ser detectado.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005777

11:00-13:00 **No conservación de la Energía en Gravedad Unimodular** **Adán Miguel Rubiol García (adanmruga@ciencias.unam.mx), UNAM; *Expositor.*

Se estudió las consecuencias de la no conservación del tensor de energía-momento partiendo del método de Papapetrou. Se utilizó el hecho de que en un espacio-tiempo en Gravedad Unimodular, esféricamente simétrico, asintóticamente plano y en vacío, existe un resultado análogo al teorema de Birkhoff. Se puso cotas a la función

escalar que guarda información de la no conservación de energía usando la parametrización-post-newtoniana en los experimentos de deflexión, retraso de Shapiro y precesión del perihelio.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005849

11:00-13:00 **La paradoja del Firewall.** *Erick Leonardo Patiño Jaidar (leopj@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Ethan Campos Méndez (ethancampos@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El firewall es una propuesta para resolver las contradicciones entre los postulados del principio de complementariedad, una posible solución a la paradoja de la información, y el principio de equivalencia de la relatividad general. El firewall sería una pared energética sobre el horizonte de eventos de los agujeros negros que destruiría cualquier cosa que pasara por ahí. Analizando los fundamentos de la radiación de Hawking encontramos muchas similitudes con el efecto Unruh, por lo que es natural pensar que habría un fenómeno similar al firewall en el horizonte de Rindler. Sin embargo, esto no ocurre, ¿esto indica que el firewall es una propuesta errónea?

Examinando el firewall en el horizonte de Rindler y utilizando herramientas de correspondencia holográfica, vemos que los operadores CFT no tienen soporte sobre toda la frontera AdS, si no únicamente en la región dada por la cuña de Rindler, por lo que estos operadores no generan al espacio de Hilbert que describe la gravedad en AdS. Por lo que no hay una necesidad verdadera de utilizar un firewall como en el caso de un agujero negro.

Concluimos que aunque en nuestro día a día no sean visibles los firewall, esto no niega la existencia de ellos cerca de agujeros negros. Entre tantas propuestas, apoyamos la del fuzzball, creemos que cambiar la dirección del estudio del interior de los agujeros negros usando teorías semiclásicas y recurriendo a herramientas más modernas como la teoría de cuerdas, nos traerá mejores resultados.

Gravitación y Física Matemática - LXV-006100

11:00-13:00 **Obtención de Parámetros Astrofísicos de la Coalescencia BBH en el Evento GW200129 Mediante PyCBC** *Pedro Isaac Ramírez Baca (pedro.ramirez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;*

**María Isabel López Pozos (a263342@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

En este trabajo estudiamos el evento de ondas gravitacionales GW200129. Empleamos el código PyCBC (Python Compact Binary Coalescence) para analizar la señal de los detectores LIGO y Virgo. Calculamos la razón señal-

ruido para estimar la densidad espectral de potencia. Utilizamos PyCBC para encontrar los parámetros astrofísicos del evento empleando diferentes aproximantes a la coalescencia. Encontramos que los valores más compatibles con la señal corresponden a una masa del agujero negro primario de $34.5M_{\odot}$, y una masa secundaria de $28.9M_{\odot}$. Estos valores son congruentes con los reportados por las colaboraciones involucradas.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-004450

11:00-13:00 Tycho, Kepler y Galileo: fundadores de la astronomía moderna *José Luis Álvarez García (*jose.l.alvarezgarcia@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Tycho Brahe, Johannes Kepler y Galileo Galilei, figuras prominentes de la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII, deben ser considerados como los fundadores de la astronomía moderna. Tycho Brahe (1546-1601), miembro de la nobleza de Dinamarca y aristotélico de la más estricta observancia, no elaboró ningún sistema cosmológico original ni introdujo algún concepto físico fundamental, sino que contribuyó al desarrollo de la astronomía con observaciones sistemáticas del cielo y de gran precisión, cuyos datos serán fundamentales para que Johannes Kepler (1571-1630) elabore sus tres leyes de los movimientos planetarios, los cuales habían sido la pesadilla de los astrónomos por más de veinte siglos, además de introducir la causalidad física en los cielos y terminar con la obsesión de círculos girando sobre círculos en la geometría formal de los cielos. Galileo Galilei (1564-1642), además de establecer la cinemática moderna, acorde con la noción de una Tierra en movimiento, introduce el telescopio como instrumento de investigación científica y descubre maravillas en el cielo jamás vistas antes, ayudando a establecer el sistema copernicano.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-004768

11:00-13:00 Estudio del método socrático (Mayéutica) como predecesor y antecedente para el método científico Abraham Ramsés Velázquez Kraff (*abraham.velazquez.kraff@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Sergio Misael Mirazo Solórzano (*sergio.mirazo@arjeclub.org*), Universidad del Valle de México; *Fernando Gonzalez Rosas (*fer7192@gmail.com*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

Tras el análisis de la Mayéutica y lógica practicada por el filósofo griego Sócrates y presente en los diálogos socráticos, se propone la caracterización de este método como un antecedente de lo que hoy podemos entender como el método científico normal. Método el cual se puede denominar como la construcción de operaciones lógicas en un esta-

do primitivo y anterior a paradigmas mediante los cuales es posible evitar sesgos o razonamientos acientíficos en el desarrollo de conocimiento, y, que consiste en la constante definición de oraciones pseudo-axiomáticas las cuales son tomadas como base para la realización de dichas operaciones lógicas, con el objetivo de inferir contradicciones dentro del sistema construido.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-004864

11:00-13:00 Interpretación teológica de la concepción newtoniana de fuerza *Juan Manuel Rivera Juárez (*jmriviera@uaz.edu.mx*), Universidad de la Habana; *Expositor.

Yesica Rivera Vargas (*yesica.rivera@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zactecas;

Elva Cabrera Muruato (*el_cabreramu@uap.uaz.edu*), Universidad Autónoma de Zactecas;

Laura Judith Flores Olague (*laurajudith@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zactecas;

El antiquísimo conflicto entre la ciencia y la teología o, mejor dicho, entre la ciencia y la iglesia es un tema basto y digno de reflexionar. En esta investigación se analiza la interpretación teológica de la concepción newtoniana de fuerza. Se hace referencia a pensadores de la corriente neoplatónica anteriores a Newton como: Jakob Bohme, Ralph Cudworth y Henry More y a comentaristas y seguidores de Newton como: Richard Bently, William Whiston, William Berham y George Chayne.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-004887

11:00-13:00 Elementos de Matemática, de Benito Bails *Luis Gottdiener Gutmann (*luisgrgt@hotmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Benito Bails, autor de varios libros de matemáticas de amplia difusión, es considerado uno de los matemáticos españoles más importantes de fines del siglo XVIII. Bails cursó estudios universitarios en Francia y tuvo contacto con numerosos sabios de ese país, en aquella época el centro de la ciencia mundial, por lo que pudo conocer los principales textos, franceses y de otros países, utilizados para la enseñanza de las matemáticas a nivel medio y superior. Entre los trabajos de Bails, destaca el que lleva por título Elementos de Matemática, en once volúmenes publicados entre 1779 y 1790, y que, a pesar de su nombre, contiene gran parte de física. Elementos de Matemática es de especial interés para México, ya que se utilizó en instituciones de enseñanza de este país, posiblemente desde las últimas décadas de la época novohispana. Se intenta aquí presentar un resumen de los temas que cubre esa monumental obra.

11:00-13:00 **A 140 años del tránsito de Venus de 1882: una ruta del patrimonio astronómico de Guadalajara** *Durruty Jesús De Alba Martínez (dalba@astro.iam.udg.mx), Universidad de Guadalajara;* **Mónica Martínez Borrayo (monica.martinez0634@alumnos.udg.mx), Maestría en Gestión y Desarrollo Cultural-UdeG/Secretaría de Cultura Jalisco; *Expositor.*

Hubo un tiempo en que los tránsitos de Venus sobre el disco aparente del Sol eran el único método para determinar con cierta precisión la distancia entre la Tierra y el Sol, de ahí la importancia de registrarlos cuando éstos acontecían; en la época moderna a partir de las observaciones realizadas por Jeremiah Horrox (grafía según documentos de la época) del correspondiente a 1639 diversos observadores han procurado registrarlos a través del tiempo y alrededor del mundo, aquellos que tienen la fortuna de atestiguarlo por lo menos una vez en su vida, pues se presentan en pares distanciados por 8 años y cada par 121 años y medio o 105 años y medio. Históricamente la documentación de las expediciones realizadas para su observación nos da cuenta de los esfuerzos y riesgos para hacer los registros de tales acontecimientos y la reducción de los datos correspondientes.

En este trabajo se da cuenta de la actividad astronómica en la Guadalajara decimonónica identificando el sitio, los personajes y las publicaciones derivadas de la observación del tránsito de Venus correspondiente a 1882, que produjo reportes técnicos con diagramas y también textos de divulgación; debe destacarse que las observaciones de dicho fenómeno constituyen de alguna forma los pilares sobre los cuales se sustenta el desarrollo de la ciencia astronómica en la ciudad de México y Guadalajara, de ahí la importancia de reconocer la labor de los personajes que hicieron posible las observaciones de los tránsitos de Venus de 1874 y 1882.

Proponemos la Ruta Astronomía en la Ciudad como un proyecto de salvaguarda que permite identificar el patrimonio astronómico y los objetos asociados a los distintos espacios como una manera de rescatar la memoria del desarrollo científico de esta disciplina, así como la importancia de destacar el sitio donde se realizó la observación del tránsito de Venus en Guadalajara y reconocer desde el territorio como uno de los valores patrimoniales a restituir y no caiga en el olvido.

Información Cuántica - LXV-004537

11:00-13:00 **Láser de diodo de bajo ruido para experimentos de interferometría, óptica mecánica cuántica y espectroscopía** *Jorge Carlos Avila Gaxiola (est.jorgeavila@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa;*

Francisco Cesar Delgado Nieblas (francisco.delgado@info.uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Victor Manuel Valenzuela Jiménez (vjimenez@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa;* **Mario Alberto Erenas Martínez (erenasm23@gmail.com), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*

El nivel de sofisticación que actualmente se requiere para realizar experimentos en las áreas de interferometría, óptica mecánica cuántica y espectroscopía, exige láseres cada vez con niveles de ruido más pequeños; en particular, anchos de línea ultra delgados. Presentamos un láser de diodo de 780 nm sintonizable y alimentado por una fuente de corriente de bajo ruido fabricada en casa, la cual consiste en una versión mejorada del diseño de Libbrecht-Hall. Adicionalmente implementamos un sistema de anclado láser basado en un sistema de retroalimentación PID, cuya señal de error es generada mediante una señal de espectroscopía de absorción saturada de la transición atómica de la línea D2 de Rubidio 87. Lo anterior da como resultado un ancho de línea del láser por debajo de los Mega-Hertz, lo cual es suficiente para llevar a cabo los experimentos mencionados. Este sistema láser es utilizado en nuestro laboratorio para estudios de física fundamental y el desarrollo de sensores cuánticos ultrasensibles. Mostramos los detalles del diseño, fabricación y caracterización del sistema láser, así como algunas aplicaciones específicas en nuestro laboratorio, por ejemplo: 1) la medición del espectro de vibraciones mecánicas y el factor de calidad mecánico de un micro resonador mecánico de SiC (Silicon Carbide) mediante interferometría heterodina y 2) la medición de espectros de fluorescencia y Raman en muestras orgánicas.

Información Cuántica - LXV-004653

11:00-13:00 **Dinámica de entrelazamiento en sistemas de tres qubits y su papel en la teleportación cuántica** *Andrea Valdés Hernández (andreavh@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;* **Víctor Hernán Torres Brauer (vikohtb1@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La teleportación cuántica es una de las aplicaciones más llamativas que emergen del entrelazamiento cuántico. El éxito del protocolo de teleportación estándar depende del estado de dos qubits compartidos por Alice y Bob, conocido como estado recurso. En este trabajo utilizamos como recurso un estado cuya pureza y entrelazamiento dependen de una operación cuántica descrita por un conjunto de operadores de Kraus. Específicamente consideramos dos qubits, A y B , inicialmente entrelazados en un estado puro, uno de los cuales interactúa con un tercer qubit E por medio de una operación unitaria. Este escenario nos permite, por medio de los operadores de Kraus asociados a dicha operación, estudiar estados recurso mezcla, así como analizar la teleportación usando como recurso dos qubits que pertenecen a un estado de tres qubits con diferentes tipos de enredamiento tripartito. Nuestro análisis permite

ahondar en el estudio de teleportación en sistemas cuánticos sujetos a diferentes procesos de decoherencia, o bien a interacciones específicas controladas.

Información Cuántica - LXV-004732

11:00-13:00 **Control óptico del ordenamiento magnético efectivo en condensados de Bose Einstein en cavidades ópticas de alta reflectancia.** *Santiago Francisco Caballero Benítez (scaballero@fisica.unam.mx), Instituto de Física, LSCSC-LANMAC, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Brahym Ríos Sánchez (brahyam@estudiantes.fisica.unam.mx), Instituto de Física, LSCSC-LANMAC, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En nuestro trabajo presentamos el estudio de un condensado de Bose-Einstein 1D de dos componentes acopladas de forma coherente por los potenciales ópticos generados a partir de un modo de una cavidad de alta reflectancia y dos haces de bombeo contrapropagantes [1-3]. Empleando la representación de Schwinger de momentum angular mostramos que este sistema se puede entender como un modelo de espines continuo con interacciones de largo alcance inducidas por el modo de la cavidad. [4, 5]. Asimismo, mostramos que este sistema exhibe diferentes fases distinguibles por su ordenamiento espacial y magnético efectivo [6, 7], y discutimos la manera en la que se puede ejercer control óptico sobre el eje de magnetización y la transición entre fases al modificar el desfase entre los dos haces de bombeo y la frecuencia de la cavidad, respectivamente. Para concluir, caracterizamos la estabilidad de las fases magnéticas efectivas frente a las interacciones de corto alcance generadas por los procesos de dispersión entre los átomos del condensado.

Este trabajo recibió las subvenciones DGAPA- PAPIIT: IN109619, UNAM-AG810720, LANMAC-2019, and CONACYT Ciencia Básica: A1-S-30934.

[1] M. Abad, and A. Recati. *Eur. Phys. J. D* 67, 148 (2013).

[2] F. Mivehvar, F. Piazza, and H. Ritsch. *Rev. Lett.* 119, 063602 (2017).

[3] S. F. Caballero-Benitez and I. B. Mekhov. *Phys. Rev. Lett.* 115, 243604 (2015).

[4] F. Mivehvar, H. Ritsch, and F. Piazza. *Phys. Rev. Lett.* 122, 113603 (2019).

[5] K. Lozano-Mendez, A. H. Casares and S. F. Caballero-Benitez. *Phys. Rev. Lett.* 128, 080601 (2022).

[6] S. Ostermann, H. Ritsch, and F. Mivehvar, *Phys. Rev. A* 103 023302 (2021).

[7] N. Masalaeva, W. Niedenzu, F. Mivehvar, and H. Ritsch. *Phys. Rev. Research* 3, 013173 (2021).

Información Cuántica - LXV-004844

11:00-13:00 **Dominios magnéticos en redes de moiré en dos dimensiones con simetría hexagonal y cuadrada** **Rosario Paredes (rosario@fisica.unam.mx), UNAM; *Expositor.*

Se estudia la persistencia de dominios magnéticos en patrones de moiré en redes con geometría cuadrada y hexagonal. Dichos patrones resultan de superponer un par de redes cuadradas y un par de redes hexagonales, rotadas una con respecto a la otra. La investigación se basa en la descripción dinámica de dos dominios magnéticos representados por la mezcla bosónica bicomponente de un gas ultrafrío de átomos de Rb. Inicialmente cada especie se encuentra localizada en las mitades derecha e izquierda de una red de moiré definida por un ángulo específico. Para demostrar la persistencia de los dominios magnéticos iniciales, seguimos la evolución de la textura de spin, y particularmente, la magnetización en cada una de las regiones. El superfluido bicomponente más la presencia de un confinamiento armónico, típicamente presente en los gases atómicos ultrafríos, es descrito a través de las ecuaciones de Gross-Pitaevskii acopladas en redes de tamaños de 90x90 sitios. Encontramos que existe una dependencia del ángulo de rotación para la cual el dominio magnético inicial se mantiene. Para ángulos superiores a 10 grados el estado inicial permanece invariante. Adicionalmente, el estudio de estados estacionarios nos permitió identificar la constante de red en los cristales de moiré que emergen a medida que el ángulo de rotación varía.

Información Cuántica - LXV-005178

11:00-13:00 **Modelos espín inmersos un baño térmico.** **Felix Humberto Maldonado Villamizar (fmaldonado@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

El sistema cuántico, simplificado, de dos niveles es uno de los modelos más simples con los que se puede estudiar sistemas más reales, pero también más complejos. A pesar de su simplicidad, su estudio teórico nos presenta indicios de como se pueden comportar sistemas de mayor dimensión. Cuando estos elementos se sumergen en un baño térmico, el comportamiento es mucho más complicado de predecir. Sin embargo, estas configuraciones son las que, en efecto, se manipulan en componentes físicas. Por esto mismo su estudio es importante, ya que permite predecir el comportamiento de sistemas de dos niveles, qubit, en ambientes reales.

Se presentan aquí algunos modelos simples, de espines, para los cuales se estudia su comportamiento hacia el equilibrio, también se presentan algunas perspectivas en esta dirección.

Información Cuántica - LXV-005334

11:00-13:00 **Espacio emergente de una colección de bosones con interacción a primeros vecinos** *Eduardo López Lima (e.t1994@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Mediante el cálculo de la información mutua entre subsistemas que componen al sistema hamiltoniano se procede a construir una matriz de distancias, la cual al encajarse en un espacio euclidiano vía Escalamiento Multidimensional (MDS, por sus siglas en inglés) se obtiene una distribución de valores propios y bajo el límite de muchas partículas corresponde a una cantidad finita de valores propios, estos últimos describen la dimensión emergente del sistema. En este trabajo se reproduce el método con una colección de bosones con acoplamiento a primeros vecinos obteniendo que la dimensión emergente es 1, bajo las suposiciones adecuadas.

Información Cuántica - LXV-005398

11:00-13:00 **Cavidad óptica para experimentos con átomos de Rydberg** *Leonardo Uthhoff Rodríguez (uthhoff@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Eduardo Esquivel Ramírez (edy_95fis@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Edgar Giovanni Alonso Torres (giovanni.alonso@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Asaf Paris Mandoki (asaf@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

El Laboratorio de Óptica Cuántica de Rydberg busca explorar la interacción que existe entre los llamados átomos de Rydberg, que son átomos altamente excitados, y la luz láser. La interacción entre átomos de Rydberg es tan fuerte que la excitación de un único átomo a estados de Rydberg puede llegar a cambiar las propiedades ópticas de todo el medio. De esta manera, las interacciones sirven de palanca para amplificar los efectos que resultan de la absorción o emisión de fotones individuales permitiendo una manipulación no lineal y a nivel de fotones individuales.

En este trabajo se describen los avances en el proyecto de diseñar y construir una cavidad óptica tipo Fabry Perot, que sirva como medio para aumentar el acoplamiento entre la luz y los átomos permitiendo una mejor manipulación y monitoreo sobre las muestras de átomos fríos. La cavidad propuesta es casi concéntrica lo cual representa un reto al estar en el límite de estabilidad, se analizan los modos fundamentales que se pueden acoplar así como el tamaño de su cintura y se describen los detalles del anclaje de la longitud de la cavidad usando el método de Pound Drever Hall.

Información Cuántica - LXV-005585

11:00-13:00 **Quantum chaos and symmetries in the Bose-Hubbard model.** Jorge Gustavo Hirsch Ganievich (hirsch@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México;

Sergio Adrián Lerma Hernández (sergioalerna@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Universidad Veracruzana;

*Javier Israel De La Cruz Moreno (javierdelacruz@ciencias.unam.mx), Instituto de ciencias nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

We present a study of dynamical signatures of quantum chaos in one of the most relevant models in many-body quantum mechanics, the Bose-Hubbard model. This system has a important number of symmetries which causes degenerate energy levels. In the traditional way, unfolding and symmetry separation in the spectrum is a necessary step to determinate if the level spacing follow a probability distribution with which we decide if there is quantum chaos. In recent years, however, dynamic manifestations of chaos have been observed, such is the case of the correlation hole in the survival probability. In this work we show that the survival probability defined as the probability to find the systems at time t in the initial state is an observable with the capability to distinguish levels correlations associated with quantum chaos even when the separation in the symmetries of the system has not been performed. This exposes that the survival probability is a great theoretical and experimental candidate to find quantum chaos in systems with high degrees of symmetries.

Información Cuántica - LXV-005799

11:00-13:00 **Enredamiento cuántico en modos inducidos por luz en redes ópticas cuánticas** Santiago Francisco Caballero Benítez (santiago.caballero.benitez@gmail.com), Instituto de Física, LSCSC-LANMAC, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Humberto Emiliano Hernández López (humberto.ehl@outlook.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

En este trabajo estudiamos mediante diagonalización exacta el comportamiento de átomos ultrafríos en redes ópticas[1] y cavidades de alta reflectancia[2,3]. Recientemente este sistema ha sido realizado experimentalmente[4]. Estudiamos propiedades asociadas al rompimiento de simetría Z_2 por la interacción mediada por la cavidad en la red óptica cuántica y el enredamiento entre modos efectivos inducidos por la luz en el sistema, similar a proyecciones magnéticas[5].

El proyecto fue apoyado por la DiCu de la SMF y los proyectos: DGAPA- PAPIIT: IN109619, UNAM-AG810720 y CONACYT Ciencia Básica: A1-S-30934.

[1]M. Lewenstein, A. Sampera, and V. Ahufinger, Ultracold Atoms in Optical Lattices: Simulating Quantum

Many-Body Systems (Oxford University Press, New York, 2012).

[2]S. F. Caballero-Benitez and I. B. Mekhov, Phys. Rev. Lett. 115, 243604 (2015).

[3]S. F. Caballero-Benitez and I. B. Mekhov, New J. Phys. 18, 113010 (2016).

[4]R. Landig, L. Hruby, N. Dogra, M. Landini, R. Mottl, T. Donner, and T. Esslinger, Nature (London) 532, 476 (2016).

[5]K. Lozano-Méndez, A. H. Cásares and S. F. Caballero-Benítez, Phys. Rev. Lett. 128, 080601 (2022).

Información Cuántica - LXV-006121

11:00-13:00 Optimización de parámetros de operación de un sistema de distribución de claves cuánticas José Luis Lucio Martínez (pplucio@gmail.com), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato;

Lorena Velazquez Ibarra (lorenav@fisica.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato;

*Carlos Herman Wiechers Medina (carherum@fisica.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En la actualidad los sistemas de distribución de claves cuánticas son la mejor solución para generar las claves de codificación de manera más segura. Sobre todo, por su perfeccionamiento debido a los estudios sofisticados de vulnerabilidades. En este trabajo discutiremos los efectos de la optimización de parámetros realistas de fuentes, canal cuántico y detectores es protocolos de distribución de claves cuánticas para obtener una mejor tasa de generación de claves y un mayor distancia de operación.

Información Cuántica - LXV-006163

11:00-13:00 Tavis-Cummings: una solución analítica Jorge Gustavo Hirsch Ganievich (hirsch@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Viani Suhail Morales Guzmán (viani@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El modelo de Tavis-Cummings describe el acoplamiento entre un campo cuantizado uni-modal y un sistema de N átomos de dos niveles. Este sistema tiene cantidades conservadas importantes como lo son el operador generalizado de número $\hat{\lambda}$ y el operador de Casimir \hat{S}^2 . De acuerdo al valor de λ y S se pueden definir subsistemas que van aumentando su dimensión a medida que ambos valores crecen y con ello aumenta la dificultad de diagonalizar el sistema. En Journal of Mathematical Physics 59, 073506 (2018); doi: 10.1063/1.5012910 se presenta una propuesta para solucionar el sistema de forma analítica proponiendo una equivalencia entre el Hamiltoniano de

Tavis-Cummings en resonancia y el Hamiltoniano de tres campos bosónicos interactuando entre sí; éste último se diagonaliza usando la transformación de Bogoliubov. En el presente trabajo se estudian los alcances de dicha solución analítica: si es aplicable para un sistema fuera de resonancia y si supone una ventaja sobre formas usuales de solucionar el sistema. Así mismo se muestra una comparación entre estos resultados y la solución en Octavio Castaños et al 2009 Phys. Scr. 79 065405, donde se muestran propiedades importantes del sistema usando un estado “prueba” compuesto por un producto tensorial de estados coherentes.

Instrumentación - LXV-004566

11:00-13:00 Comparativa y estabilidad de módulos de temperatura para un sistema aislado Humberto Rodríguez Bravo (humberto.rb@irapuato.tecnm.mx), Instituto tecnológico superior de Irapuato;

Higinio Juárez Ríos (hijuarez@ipn.mx), UPIIG-Instituto Politécnico Nacional;

Miroslava Cano Lara (miroslava.cl@irapuato.tecnm.mx), Instituto tecnológico superior de Irapuato;

Fernando Raúl Muñiz Méndez (fernando.mzm@outlook.es), Instituto tecnológico superior de Irapuato;

*Francisco Javier Benavides Morales (javiermoralesbenavides1@gmail.com), Instituto tecnológico superior de Irapuato; *Expositor.

Se presenta el monitoreo de temperatura de un espacio aislado empleando simultáneamente diversos sensores y módulos característicos de temperatura como DHT11, DS18B20 To-92, DS18B20, además de una termocupla tipo K elaborada de forma casera con alambres de cromel y alumel. El sistema de control de temperatura aumenta por acción de una resistencia calefactora y disminuye por una placa Peltier. El rango de trabajo se encuentra entre 25°C y 35°C. Para un mejor funcionamiento se caracterizó y ajustó la curva de respuesta de cada sensor, además se acondiciona y estabiliza el sistema mediante la programación en MicroPython v1.18 en el entorno de desarrollo integrado (IDE) Thonny v3.3.13. empleando una Raspberry Pi pico RP2040.

El sistema experimental contiene regiones aisladas como: zona de generación frío/caliente, zona de sensado, zona de tarjeta controladora. Se apoya con el monitoreo de gráficos en pantalla, alarmas visuales y auditivas, esta última se acondiciona la frecuencia para identificar los rangos inferior y superior de temperatura a 900 Hz y 1100 Hz que corresponden a frecuencias de alerta que son distinguibles fácilmente.

El monitoreo y control de los diversos sensores de temperatura en tiempo real requieren un manejo de programación simultánea y técnicas de regulación de las presentes en cada módulo. Este trabajo apoya a comprender y emplear de manera correcta los sensores dirigidos a una variable

de control de temperatura, considerando su propiedades de cada módulo.

Instrumentación - LXV-004917

11:00-13:00 **Diseño y construcción de un sistema de adquisición de datos de posición, velocidad y aceleración de un móvil mediante GPS y la plataforma Arduino.** *José Luis Del Río Valdés (*jluisdro@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se diseñaron y construyeron dos shields o escudos para la plataforma Arduino, uno para Arduino UNO y otro para Arduino Mega, para poderlos colocar en cualquier móvil, por ejemplo una bicicleta, un auto, una persona en patines, patineta, etc, este dispositivo, registra la posición mediante un módulo GPS, en forma de latitud y longitud, una unidad de medición inercial GY-87 (IMU), y un sensor de altura BMP180, estos datos, junto con el tiempo se almacenan en formato CVS en una memoria micro SD incorporada en el sistema para el posterior análisis de los datos, adicionalmente se muestran todos estos datos en una pantalla OLED incorporada en el dispositivo. El dispositivo Shield-Arduino, se colocó en una caja plástica, con una powerbank para su correcto funcionamiento, y con cinchos para poderlos fijar al móvil. Se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM, por el apoyo para la realización de este trabajo.

Instrumentación - LXV-005106

11:00-13:00 **Caracterización y control para lámpara de invernadero** José Eladio Flores Mena (*jefloresmena@mail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Antonio Michua Camarillo (*amichua_camarillo@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Jorge Heredia Castillo (*herediastillojorge@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el presente trabajo presentamos la caracterización y control de una lámpara comercial que se utiliza para el crecimiento de plantas. Una técnica ampliamente utilizada para aumentar la producción de cultivos es la iluminación suplementaria de invernaderos que consiste en suministrar la cantidad necesaria de luz a los cultivos, ya que tanto exceder como caer por debajo de los niveles recomendados de luminosidad alteran la fotosíntesis. Se utiliza una lámpara de crecimiento de 45 w de la marca Osunby para plantas de interior. La lámpara tiene un espectro completo de luz. De infrarrojos (730-735 nanómetros) a ultravioleta (390-395 nanómetros), y la fuente de alimentación convencional es de 127 V / 60 Hz. Presenta-

mos la caracterización de la lámpara que se realiza en un armario cerrado reflectante de 0.609 x 0.609 x 1.2 m. Se utiliza el sensor TSL2591 para detectar la iluminación de la lámpara. La lámpara se caracteriza usando un circuito de potencia que modifica el ángulo de fase para controlar la intensidad de la luz. También se trabajó en el modelo de la lámpara como un sistema de primer orden a partir de la gráfica del ángulo de disparo y la intensidad de luz. Se implementa un control PID (proporcional integral derivativo) para modificar la intensidad de luz y se realizan las pruebas de la lámpara con el sistema de control.

Instrumentación - LXV-005429

11:00-13:00 **Calibración Automática de un Fotomultiplicador** Jose Guadalupe Vazquez Luna (*javazquez13731@hotmail.com*), UNIVERSIDAD RUSA DE LA AMISTAD DE LOS PUEBLOS;

Jorge Cotzomi Paleta (*jcotzomi@fcfm.buap.mx*), BENE-MERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA;

*Jose Ruben Conde Sanchez (*rconde@fcfm.buap.mx*), UNIVERSIDAD DE LOS ANGELES; *Expositor.

El uso de las tecnologías de información son herramientas que representan una ventaja para la automatización de sistemas electrónicos; representan opciones para el control, administración o gestión de sistemas. En este contexto, en el presente trabajo, se desarrolla un esquema electrónico para el arreglo experimental que realiza la calibración de forma automática de un fotomultiplicador, esto tiene la finalidad de emplearse en la detección de radiación Cherenkov en aire. Se presentan las curvas de calibración entre histogramas carga y pico para el detector empleando la técnica del Electron Single.

Instrumentación - LXV-005821

11:00-13:00 **Development of online software tools for the TOTEM-CMS Data Acquisition System** Diego Figueiredo (*diegomfigueiredo@gmail.com*), Universidad del Estado de Río de Janeiro;

María Isabel Pedraza Morales (*isabel.pedraza@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Nadia Mariana Leal Reyes (*nadianmlr@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

The TOTAl cross-section, Elastic scattering, and diffraction dissociation Measurement (TOTEM) is one of the Large Hadron Collider (LHC) experiments. TOTEM is symmetrically installed in the LHC sectors 45 and 56 beamlines having a total extension of about 400 m and being located around the CMS interaction point (IP5). TOTEM originally consisted of a set of movable detectors named Roman Pots (RPs) utilized for tagging scattered protons and two charged particle telescopes, known as T1

and T2, installed to measure showers produced by hadronized particles from dissociated protons. In Run 3, TOTEM collaboration will complete its physics program in a special fill, where the inelastic component of the proton-proton interaction will be measured. For this purpose, a new telescope (referred to as new T2) has been built and is in the commissioning phase. The TOTEM DAQ has been totally integrated with the CMS environment, this system controls the vertical Si-Strips, meantime the new T2 detectors will be attached to the same DAQ. The CMS DAQ online environment relies on software tools for communication to configure the detector Finite State Machines (FSM). These FSMs, such as halt, configure, start or stop are defining transitions to prepare the detectors for the read-out. The communication between central DAQ (CMS) and its subsystems is linked with a scalable software framework called XDAQ within an exchange of SOAP commands. In this work, the development of a new online software utility, written in an object-oriented programming language, which controls the new T2 detectors through a slow control optical link is presented.

Instrumentación - LXV-005963

11:00-13:00 **Clasificación de compuestos orgánicos volátiles con un arreglo de sensores de microbalanza de cristal de cuarzo medidos en un sistema dinámico** Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Beltrán Pérez (*gbeltran@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl (*jcastill@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miguel Angel Moreno Acosta (*mmorenoacosta95@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Edy Flores Flores (*edy_ff@yahoo.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las microbalanzas de cristal de cuarzo (QCM) constan de un material piezoeléctrico que, al ser sometido a una diferencia de potencial oscilan a su frecuencia de resonancia. La respuesta de estos dispositivos se presenta como cambios en dicha frecuencia de resonancia (f_0) que depende de las variaciones de masa de la especie química a detectar. El cambio de frecuencia depende tanto de las propiedades físicas como de las propiedades del medio adyacente (película sensible). La ecuación de Sauerbrey relaciona este cambio en f_0 con la masa acumulada sobre el cristal y también con el espesor de la película sensible. En este trabajo presentamos la construcción y caracterización de un arreglo de sensores de gas a base de microbalanzas de cristal de cuarzo (QCM) con valores de frecuencia 12 y 30 MHz, para la clasificación de compuestos orgánicos volátiles (COVs), medidos en un sistema dinámico. Se fabricaron sensores con diferentes películas sensibles de

Etil Celulosa, Apiezon L, Apiezon T y PMMA, estas se depositaron por el método de drop casting automatizado. Con las curvas de impedancia se determinó el espesor de las películas sensibles, pero se realizó una normalización a un espesor estándar. Los sensores son expuestos a tres diferentes gases (etanol, etil acetato y heptano) con condiciones controladas de temperatura y humedad relativa de 25°C y 18%, respectivamente. Por último, se realizó la clasificación de los COVs mediante el análisis de componentes principales (PCA). Los resultados muestran respuestas de algunas decenas de Hertz para el arreglo, esta respuesta depende de la frecuencia de resonancia del QCM, del tipo de película sensible, de la concentración del gas y del compuesto a detectar. Además, se obtiene un mapa de la distribución de los compuestos en función de los dos primeros componentes principales. Se realiza una comparación con resultados obtenidos en trabajos anteriores.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004461

11:00-13:00 **Síntesis de nanopartículas de oro (AuNPs) de diferentes morfologías embebidas en SiO₂ como una alternativa en el tratamiento del cáncer.** *Águila Puentes Sergio Andrés* (*aguila@ens.cnyn.unam.mx*), Centro de Nanociencias y Nanotecnología;

Santacruz Gómez Karla Josefina (*karla.santacruz@unison.mx*), Universidad de Sonora;

**Armenta Gamez Annel Cristina* (*annelc@ens.cnyn.unam.mx*), Centro de Nanociencias y Nanotecnología; *Expositor.

Las nanopartículas de metales nobles poseen un fenómeno conocido como Resonancia de Plasmón de Superficie Localizada (LSPR), el cual puede utilizarse para mediar la llamada terapia plasmónica fototérmica (TPFT). La TPFT consiste en la activación del LSPR, al usar longitudes de onda en la región del infrarrojo cercano (NIR), con el objetivo de inducir un incremento de la temperatura local al grado de hipertermia. Las nanopartículas de oro son excelentes candidatos para la TPFT, especialmente porque es posible ajustar el plasmón de superficie localizado (LSP) a la longitud de onda deseada por medio del control del tamaño y la forma durante la síntesis. Una estrategia eficiente para lograr la excitación del LSP, dentro de la primera ventana biológica, consiste en depositar una capa uniforme de nanopartículas de oro dentro de una capa homogénea de óxido de silicio (SiO₂). Las ventajas de utilizar SiO₂ es su nula toxicidad, alta biocompatibilidad y estabilidad química, que les permite ser idóneos para aplicaciones biomédicas.

En este trabajo se sintetizaron nanopartículas de oro de diferentes morfologías: nanoesferas, nanobastones y nanoestructuras mediante el método de crecimiento de semillas. Los espectros de absorción de UV-vis muestran la localización del plasmón como el pico de absorción máxima para cada una: nanoesferas en 525 nm y nanobastones 650 nm

y nanoestrellas en 775nm. Actualmente se trabaja en optimizar el tamaño de las AuNPs y la localización de su RPSL, con la finalidad de se encuentre dentro de la región del infrarrojo cercano (NIR).

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004482

11:00-13:00 **Síntesis de esferas de carbono a partir de la deshidratación de glucosa mediante el método de carbonización hidrotermal para la fabricación de condensadores electroquímicos** *Román López Sandoval (*sandov@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; *Expositor.

Marisol Reyes Reyes (*reyes.reyes@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

José Daniel Sánchez Vásquez (*daniel.sanchez@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica;

Cesar Eduardo Sánchez Rodríguez (*cesar.sanchez@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica;

Eduardo Tovar Martínez (*eduardo.tovar@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica;

En este trabajo sintetizamos esferas de carbono (CS) a partir de la deshidratación de glucosa por el método hidrotermal. Investigamos el efecto de la concentración de glucosa utilizada en la síntesis sobre el rendimiento y la morfología de las nanoestructuras sintetizadas, y cómo esto puede afectar la capacitancia electroquímica de los electrodos fabricados con estos CS. Para la posible aplicación de CS en EDLC comerciales, es necesario sintetizarlos en grandes cantidades. Por esta razón, uno de los principales objetivos de este trabajo fue aumentar la cantidad de CS sintetizado aumentando la concentración de glucosa utilizada en la síntesis, afectando lo menos posible sus propiedades electroquímicas para su uso en EDLCs. Se realizaron dos procesos de post-síntesis en el CS: (1) tratamiento térmico a 800 °C en atmósfera de argón y (2) proceso de sulfonación con un tratamiento térmico posterior. Se analizó la morfología de las seis muestras sintetizadas. Todas las muestras sintetizadas tienen la característica de generar grandes aglomerados de CS; algunos están interconectados y fusionados formando una red tridimensional de microesferas y otras formas irregulares. Esta aglomeración de CS puede parecer un efecto negativo en el rendimiento de los electrodos, debido a la aparente reducción del área de superficie específica. Sin embargo, se obtienen buenos resultados de capacitancia electroquímica, ya que esta morfología favorece la creación de macroporos y, por tanto, una mayor facilidad para la inserción de iones en los procesos de carga y descarga. Los electrodos CS con mejor desempeño mostraron una capacitancia de hasta 85 F g⁻¹ a 50 mV s⁻¹, lo cual es un muy buen resultado.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004668

11:00-13:00 **Capacitor base carbono (hollín)** José Luis Benítez Benítez (*jose.benitez@ujat.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Richard Falconi Calderón (*richart.falconi@ujat.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Aldo Javier León Gómez (*182a12006@alumno.ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Christian Torres Zentella (*ctzentella2002@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Luis Fernando De Los Santos Torres (*luisferdls01@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

Uno de los retos actuales es la forma de almacenar energía, particularmente mediante capacitores. La capacidad para almacenar y liberar dicha energía depende de varios factores, como lo son el área de las placas, el dieléctrico que las divide, entre otros. Existe una gran diversidad de materiales con capacitancias excepcionales, los conocidos supercapacitores, entre ellos, los basados en compuestos carbonáceos. En este trabajo se utiliza hollín (material base carbono, subproducto de la quema de leña, obtenido de las cocinas tradicionales) y carbón nanopowder Aldrich para fabricar capacitores de placas paralelas de aluminio, adheridos a una de sus hojas, en los cuales se mide el tiempo de carga y descarga empleando un osciloscopio y se analiza la variación de la capacitancia en ambos sistemas, se presentan también estudios de espectroscopía IR y Raman.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004787

11:00-13:00 **Evidencia experimental de electrocromismo en ITO y FTO y estudios ab initio** José Luis Enríquez Carrejo (*jose.enriquez@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Víctor Sosa (*victor.sosa@cinvestav.mx*), CINVESTAV Mérida; Juan Carlos Mixteco Sánchez (*juan.mixteco@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara, CU Valles; *Israel Perez (*israel.perez@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor. Fidel Gamboa (*ffgamboa@cinvestav.mx*), CINVESTAV Mérida;

El electrocromismo es el efecto del cambio de las propiedades ópticas de un material debido a la intercalación/deintercalación de iones promovida por la acción de un campo eléctrico. Los dispositivos electrocromicos (DECs) se conforman por cinco capas en un arreglo de emparadado: en el centro se encuentra la capa del electro-lito (líquido o sólido), a un lado del electrolito una capa de almacenamiento iónico conformada por un óxido de un metal de transición; al lado opuesto, otro óxido de metal

de transición haciendo las veces de material activo electrocrómico y como contactos eléctricos en las orillas, dos conductores transparentes, usualmente ITO o FTO. En este trabajo mostramos evidencia experimental de electrocromismo en los conductores transparentes de ITO y FTO que fueron embebidos en un baño de una solución de LiClO₄/PG+EG. Se realizaron pruebas de transmitancia y voltametría cíclica para estimar las propiedades electrocrómicas. Se encontró que ITO posee una eficiencia de coloración respetable de 33.4 cm²/C, mientras que FTO tiene una coloración de 47.9 cm²/C (@ 637 nm). La inserción iónica se evaluó con estudios de espectrometría de fotoelectrones por rayos X (XPS). Para apoyar los experimentos, se realizaron cálculos de primeros principios del intercalado de iones de litio en los dos sistemas y se estudiaron los efectos en las propiedades electrónicas. Li entra como intersticial en FTO y como substitucional en sitios vacantes de In/Sn en ITO. Se calcularon los espectros de la banda de valencia que fueron contrastados con mediciones de XPS. Los resultados están en acuerdo con las observaciones. Lo encontrado se presenta como evidencia de electrocromismo en conductores transparentes, lo que puede reducir el número de capas, así como los tiempos y costos de producción en DECs.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004791

11:00-13:00 PUNTOS CUÁNTICOS DE GRAFENO MODIFICADOS CON EXTRACTOS DE JAMAICA PARA LA FOTODEGRADACIÓN DE AZUL DE METILENO EN AGUA Carlos Velazco Santos (*cylaura@gmail.com*), . División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, Campus Querétaro, Querétaro;
Tomas Jesus Madera Santana (*madera@ciad.mx*), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo;
Ana Laura Martínez Hernández (*almh72@gmail.com*), . División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, Campus Querétaro, Querétaro;

Eduardo Enrique Pérez Ramírez (*eepr84@hotmail.com*), Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro;
*Grisel Garrido García (*garridogris07@gmail.com*), Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro; *Expositor.

En este trabajo se sintetizaron puntos cuánticos de grafeno (PCG) por el método solvotermal que fueron modificados por reacción redox con extracto de Hibiscus sabdariffa (PCG-Hs) obtenido previamente por el método de extracción asistida por ultrasonido y microondas. PCG y PCG-Hs fueron empleados para la degradación del colorante azul de metileno (MB) en agua, mediante el proceso de fotocatalisis. Los materiales híbridos generados fueron caracterizados mediante las técnicas de espectroscopias infrarroja (FTIR) y ultravioleta visible (UV-Vis) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). En los resultados

de FTIR se muestran bandas características de los puntos cuánticos de grafeno y de la biomolécula de los extractos, constatando la unión de estos materiales. Por otro lado, en los resultados de TEM se puede observar los PCG a una escala dentro del rango nanométrico. La unión entre PCG y la biomolécula de antocianina del extracto permite captar una mayor cantidad de luz para el proceso fotocatalítico generando una mayor degradación del colorante, el seguimiento de la degradación del MB en el reactor se realizó por UV-vis mediante fotolisis y fotocatalisis. De esta manera nuevos nanomateriales fotocatalíticos que sustituyen el dopado de PCG con metales por extractos naturales abren nuevas expectativas en este campo.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004963

11:00-13:00 Simulación de primeros principios de la interacción tipo TPP y Co en medio ácido para la producción de energía sustentable Nallely Téllez Méndez (*nallely.tellez@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Beatriz Eugenia Graniel García (*beatriz.graniel@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Enrique De La Fuente Morales (*enrique.delafuente@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Laura Alicia Paniagua Solar (*laura.paniagua@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Jorge Cotzomi Paleta (*jcotzomi@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Ricardo Agustín Serrano (*ricardo.agustin@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Rebeca Franco Reyes (*rebeca.francor@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las porfirinas tetrafenilicas son moléculas macrocíclicas que tienen electrones conjugados, que les permite tener una alta capacidad de transferencia de electrones y una alta densidad de sitios activos. El estudio de sus propiedades físico-químicas de estas moléculas, permitiría mejorar sus propiedades electrocatalíticas en la oxidación del bioetanol residual, en particular, la del tetrafenil porfirina de cobalto (TPPCo) con el Pt/C, El estudio de la química y física de estas moléculas mediante la simulación, permitirá el aprovechamiento de estos tipos de materiales mediante el uso de compuestos naturales, estables y no tóxicos para el ser humano y su entorno en la producción de energía eléctrica limpia y sustentable.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005072

11:00-13:00 Control y eliminación de alizarin red S desde soluciones acuosas a diferentes pH utilizando nanotubos de carbono funcionalizados con los grupos -COOH y -OH. Romeo De Jesús Selvas Aguilar (*rselvas@fcfm.uanl.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Mario Ángel Rico Méndez (*mario.ricomnd@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Oxana Vasilievna Kharissova (*oxana.kharissova@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Gerardo Alejandro Montano Gonzalez (*gerardo.montanog@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

El tratamiento y la reutilización de las aguas residuales de estampado y teñido de textiles es una preocupación importante en el campo del tratamiento de aguas residuales. Los tintes de antraquinona son el segundo grupo más grande de colorantes sintéticos que se usan ampliamente para teñir textiles. Como tinte típico de antraquinona, Alizarin Red S (ARS) se ha utilizado ampliamente en la industria textil, pero es extremadamente resistente a la degradación debido a su estructura, lo que puede causar una grave amenaza para el ecosistema acuático y la salud humana. Actualmente, se han introducido muchas técnicas para eliminar ARS, incluida la adsorción, la degradación fotocatalítica y la degradación electroquímica. Entre estas técnicas, la tecnología de adsorción se ha utilizado comúnmente debido a sus ventajas de operación simple, bajo costo y gran capacidad de procesamiento industrial. Sin embargo, la mayoría de los adsorbentes son micropartículas y la pequeña superficie de contacto requiere un tiempo considerable para lograr la máxima eficiencia de adsorción. Los cálculos teóricos de los nanotubos de carbono de pared sencilla (SWCNT) y nanotubos de carbono de multipared (MWCNT) demostraron que las SWCNT y MWCNT pueden servir como adsorbentes, con su alto sitio activo, gran área de superficie específica y exhiben un mejor rendimiento de adsorción comparando con los adsorbentes convencionales. En el presente trabajo, fue estudiado el sensor a base de fibra óptica (fibra monomodo SMF-28e con un diámetro de núcleo de $8.2\mu\text{m}$ y un diámetro de revestimiento de $125\mu\text{m}$ como base para el detector de fibra óptica cónica) y nanotubos de carbono de multicapa funcionariados (f-MWCNT) con los grupos funcionales -COOH y -OH. Se estudió el efecto del tiempo de contacto, dosis de adsorbente, pH y temperatura sobre la adsorción. El estudio evaluó la factibilidad de remover ARS de soluciones acuosas, utilizando f-MWCNT.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005305

11:00-13:00 Estudio fotocatalítico de las heteroestructuras $\text{Bi}_2\text{WO}_6@\text{PbMoO}_4$ para la degradación de antibióticos Alejandro García Torres (*rophten@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Daniel Sánchez Martínez (*daniel.sanchezmrt@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Diana Berenice Hernández Uresti (*diana.hernandezrt@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Ángel Daniel González Guzmán (*danielgzzg31415@outlook.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Expositor.

Se sintetizó satisfactoriamente las heteroestructuras $\text{Bi}_2\text{WO}_6@\text{PbMoO}_4$ por el método de reacción hidrotermal. Se realizó una caracterización estructural mediante el uso de Difracción de Rayos X (DRX), una caracterización óptica mediante la espectroscopia de reflectancia difusa (DRS) y morfológica mediante el análisis de microscopio electrónico de barrido (SEM). Las heteroestructuras $\text{Bi}_2\text{WO}_6@\text{PbMoO}_4$ se probaron como fotocatalizadores bajo radiación solar simulada para la reacción de degradación de ciprofloxacina (CIP) y diclofenaco sódico (DFC). Se determinó la especie altamente oxidante predominante en la reacción fotocatalítica utilizando secuestradores de especies (h^+ , O_2^- , H_2O_2 y $\cdot\text{OH}$) y se determinó la estabilidad del fotocatalizador.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005339

11:00-13:00 Desarrollo de nanocompositos semiconductores de CdTe/ZnO y evaluación de sus propiedades fotocatalíticas Jesús Emmanuel Román Acosta (*jera26122000@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Héctor Manuel Leija Gutiérrez (*hector.leijagt@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Edgar Yahir Morales Salazar (*edgar.yahir1@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Hernán Alejandro Valtierra Castañeda (*hernanvaltierra@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Los puntos cuánticos semiconductores han sido usados ampliamente en el campo de Optoelectrónica y en aplicaciones biológicas debido a sus propiedades ópticas, como lo es la modificación de fotoluminiscencia por tamaños, alto rendimiento cuántico fotoluminiscente (PLQY), entre otras.

En este trabajo de investigación, se establecen las condiciones físicas y químicas para la obtención de nanocompositos semiconductores a partir de puntos cuánticos (QDs) de Teluro de Cadmio (CdTe) y de Óxido de Zinc (ZnO) como matriz con el objetivo de evaluar sus propiedades fotocatalíticas.

Donde los puntos cuánticos de CdTe fueron sintetizados mediante la asistencia de microondas y fue caracterizada su morfología y su fotoluminiscencia.

Mientras que las propiedades físicas y químicas del CdTe/ZnO serán caracterizadas empleando microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR), calorimetría diferencial de barrido (DSC), análisis termogravimétrico (TGA), di-

fracción de rayos X (XRD) y la degradación por espectrofotómetro a UV-vis.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005397

11:00-13:00 **Análisis estructural de nanocebollas crecidas por radiación de microondas** Manuel Alberto Saucedo Cañas (al177364@alumnos.uacj.mx), Universidad Autónoma de ciudad Juárez;

Hector Alejandro Trejo Mandujano (htrejo@uacj.mx), Universidad Autónoma de ciudad Juárez;

*Elsa Ordoñez-Casanova (eordonez@uacj.mx), Universidad Autónoma de ciudad Juárez; *Expositor.

Se presenta un estudio estructural y morfológico de varias muestras de nanocebollas, las cuales fueron sintetizadas utilizando un horno de microondas controlando su potencia a diferentes tiempos y como fuente de carbono, se utilizó grafito molido. Las muestras obtenidas muestran una variedad de tamaños y formas de nanocebollas dependiendo del tiempo de exposición. Para verificar las estructuras y formas de las nanocebollas las muestras fueron caracterizadas utilizando SEM, EDS y RAMAN.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005526

11:00-13:00 **Neurotransmisores lumínico-cuánticos, los Sherlock Holmes del S. XXI:** Beatriz Elizabeth Fuentes Madariaga (beatriz.fuentes@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física;

Sergio Alfonso Pelayo Escalera (sape@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física;

*José Alejandro Sánchez Valle (alex8379@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física; *Expositor.

Los nanomateriales son aquellos con una dimensión en el orden nanométrico. Los nanomateriales basados en carbono y nitrógeno, elementos fundamentales para la formación de la vida terrestre, tienen un potencial sobresaliente que permite la modulación de sus propiedades ópticas, electrónicas y optoelectrónicas en contraste a su versión de bulto. Entre estos últimos se encuentran: el grafeno, 2-dimensional; nanotubos de carbono, 1-dimensional; y los nanocúmulos y los puntos cuánticos (Quantum Dots, QD, en inglés), ambos 0-dimensionales. Los QD basados en grafeno (GQD) al ser dopados con nitrógeno, denominados N-GQD, obtienen actividades catalíticas, propiedades ópticas y biocompatibilidad de interés en la investigación. En este trabajo se presentarán a los GQD y N-GQD, sus características mediante Mecánica Cuántica y su desempeño en la investigación físico-biomédica orientada a los N.I.D.O.C. (Neurotransmisores Incorporados al Dominio Cuántico).

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005655

11:00-13:00 **Temozolomide adsorption on doped fullerenes with transition metals. A theoretical study** Alan Joel Miralrio Pineda (miralrio@tec.mx), Instituto Tecnológico de Monterrey;

Francisco Miguel De Jesús Castro Martínez (miguel.castro.m@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Bryan Ashley Acosta García (ashleyacosta872@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Temozolomide (TMZ) is a DNA alkylating-type drug that can cross the blood-brain barrier and is therefore used in the treatment of gliomas. This drug at physiological pH has a very short half-life so a high dose is required for malignant brain tumors, leading to serious side effects.

Nanomaterial-based drug delivery systems have been proposed as smart compounds to target delivery to tumor cells. Nanocarriers can transport a high dose of drug molecules and their ability to modify the surface produces a targeted delivery system. Fullerenes and their derivatives stand out as drug carriers due to their high capacity. Thus, these have shown a protective impact on the heart and liver against chronic intoxication resulting from chemotherapy. It has been found that fullerenes can cross the cell membrane to reach tumor cells, concentrating in the nucleus, lysosomes, and cytoplasm.

In this work, the structural, energetic, electronic and optical properties of temozolomide adsorption on the surface of fullerenes type C₅₉-TM (TM=Ti, Cr, Fe, Ni, Zn) are evaluated at the DFT level of theory. The functional M06-2X, 6-311G(d,p) basis set and the empirical correction term, D3, were used. Fullerene-drug interactions are characterized by calculating chemical reactivity descriptors, adsorption energies, frontier molecular orbitals, charge distributions, electron density topology, electrostatic potential maps, IR and UV spectra. In addition, the aromaticity in fullerenes was evaluated using the NICS_{iso(0)} index.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005728

11:00-13:00 **Estudio ab initio de la oxidación de sistemas 2D basados en dicalcogenuros de metales de transición** Jonathan Guerrero Sánchez (guerrero@cnyu.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología;

José Israel Paez Ornelas (josepaez@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

José De Jesus Quijano Briones (jose.quijanobrns@uanl.edu.mx), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas;

Hector Noe Fernandez Escamilla (noefdz@ens.cnyu.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología;
*Jair Othoniel Domínguez Godínez (othoniel.dominguezgdnz@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.

Recientemente, la aplicación de materiales bidimensionales basados en dicalcogenuros de metales de transición en dispositivos nanoelectrónicos y su uso como catalizadores ha recibido un creciente interés de investigación debido a sus diferentes propiedades estructurales y electrónicas en comparación con las estructuras en bulto. Esto ha motivado la investigación de sus propiedades piezoeléctricas y optoelectrónicas, dando lugar al diseño de nuevos materiales 2D. La versatilidad de sus propiedades hace que estos sistemas sean interesantes como alternativas a los catalizadores de metales nobles debido a su estructura electrónica única y a su elevada actividad catalítica. Se ha demostrado que el O_2 puede ser adsorbido químicamente sobre monocapas basadas en TMD's de la forma $1H-MX_2$ ($M=Mo, W$ y $X=S, Se$) con una vacante de calcógeno y además que las estructuras son dinámicamente estables. En este trabajo nos dedicamos a estudiar las propiedades estructurales y electrónicas de las monocapas $1H-MX_2$ mediante cálculos ab initio basados en la Teoría del Funcional de la Densidad. Hemos calculado el parámetro de red y la energía de band gap en monocapas de MX_2 y las hemos comparado con monocapas de MXO dopadas por sustitución en las que se ha sustituido un calcógeno por un oxígeno. Encontrando que las monocapas prístinas MoS_2 , $MoSe_2$, WS_2 y WSe_2 poseen un band gap directo, la sustitución posterior de oxígeno induce un band gap indirecto y una deformación en las estructuras. Agradecemos a los proyectos IN105722, IA100822 de la DGAPA-UNAM, y a la beca A1-S-9070 del Conacyt, por el apoyo financiero parcial. Los cálculos se realizaron en el Centro de Supercómputo de la DGCTIC-UNAM, proyectos LANCAD-UNAM-DGTIC-051, LANCAD-UNAM-DGTIC-368, y LANCAD UNAMDGTIC-382. Agradecemos a A. Rodríguez-Guerrero por el apoyo técnico.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005739

11:00-13:00 Machine Learning aplicado al estudio del modelo de Ising Angel Alejandro Garcia Chung (alechung@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;

*Erick Jesús Ríos González (cbi2193016547@izt.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.

Machine Learning es un área de la Inteligencia Artificial que permite entrenar a una Red Neuronal Artificial (RNA) para reconocer, clasificar y caracterizar patrones en un conjunto de datos. La ventaja de este proceso es que se puede realizar de forma más eficiente que el método tradicional basado en la programación explícita. Un ejemplo de aplicación del Machine Learning está en el estudio

de las transiciones de fase en materia condensada. Naturalmente, esto también aplica a otras ramas de la física, tales como la física estadística, la mecánica cuántica y el estado sólido. Basados en lo anterior, el objetivo de nuestro trabajo consiste en entrenar una RNA, para estudiar las soluciones del modelo de Ising 2D con campo magnético externo para grandes valores del número de átomos N . En esta ponencia presentamos los avances obtenidos en nuestro proyecto.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005744

11:00-13:00 Modelado de una Gota sobre una Superficie Estructurada a través del Software Interactivo Surface Evolver Rafael Catarino Centeno (rcatarino@live.itsz.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla;

*Héctor Del Ángel Rosas Cruz (angelrosascruz@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; *Expositor.

En el presente trabajo se desarrolla el modelado de una gota sobre una superficie estructurada a través del software interactivo denominado Surface Evolver con la finalidad de determinar sus propiedades termodinámicas como la tensión superficial entre otras energías; así como, el grado mojabilidad entre gota-superficie mediante la medición del ángulo de contacto. Hoy en día, el interés de los nuevos materiales ha inquietado a la comunidad científica para responder a las necesidades de la tecnología contemporánea empleando nuevas técnicas de laboratorios, sofisticados algoritmos computacionales para generar materiales más fiables, ligeros y resistentes con un recurso económico óptimo aplicado en la ciencia e ingeniería de materiales.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005877

11:00-13:00 Cúmulo $[Ag_{16}(SCH_3)_9]^{-1}$: Una propuesta de elucidación del mínimo global putativo y sus isómeros de menor energía a partir del modelo GUM y cálculos DFT. Bertha Molina Brito (mlnbrt@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Física;

Mario Adrián Colín Valero (mariocolval@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Física;

*Jorge Ramón Soto Mercado (jrsoto@comunidad.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Física; *Expositor.

El Gran Modelo Unificado (GUM por su acrónimo en inglés) para cúmulos de oro surge del análisis de la estructura de 71 cúmulos de oro recubiertos con diferentes ligandos orgánicos, determinada ya sea experimentalmente o predicha a partir de cálculos DFT. Este modelo está inspirado en el modelo de quarks de la física de partículas, en el que

a cada átomo de oro en la coraza del cúmulo se le asigna uno de tres “sabores” (*bottom*, *middle* y *top*) que representan sus posibles estados de valencia, según su ligando. Con ellos se forman las “partículas compuestas” o bloques elementales (triángulo Au_3 y tetraedro Au_4) que satisfacen la regla del dueto. En este trabajo proponemos una serie de isómeros para el cúmulo $[\text{Ag}_{16}(\text{SCH}_3)_9]^{-1}$, obtenida a partir de una clasificación que depende del número de átomos de los diferentes sabores que pueden formar su coraza y suponiendo que el GUM se puede extender a cúmulos de plata. Los sabores definen el tipo de ligandos con los que se decora la coraza: sin ligando, metanotiol en top/bridge, grapa o montura/hélice. Los cúmulos de esta serie se optimizan a partir de cálculos DFT y se obtiene el mínimo global putativo. Se ordenan los cúmulos en función de su energía y se encuentran interesantes conclusiones de acuerdo con la descomposición en sabores de las diferentes corazas. Se estudia también el cambio en el orden de los isómeros de menor energía debido al solvente y se discute la aplicación del GUM en este caso. Los autores agradecen a la DGTIC-UNAM por los recursos de cómputo proporcionados en “Miztli” a través del proyecto LANCAD-UNAM-DGTIC-298.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005925

11:00-13:00 Efecto de carga del dopaje con metales alcalinos del cúmulo Al_{12}X ($\text{X} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}$), y su reactividad con moléculas contaminantes *Alfredo Tlahuice Flores (alfredo.tlahuicefl@uanl.edu.mx), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas UANL;*

María Guadalupe Salas Zepeda (maria.salaszpd@uanl.edu.mx), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas UANL;

Mauricio Pequeño Botello (mauricio.pequenobtl@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas UANL;

**Stephanie Citlali Madrid Rodarte (stephanie.madridr@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas UANL; *Expositor.*

Mediante un estudio DFT se realizó un estudio de las propiedades estructurales y electrónicas (bonding, ELF, HOMO-LUMO gap) de cúmulos de Al_{12}X ($\text{X} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}$) interaccionando con compuestos contaminantes (NO , CO , SO_2). Se realizó un análisis del efecto de la carga en las reacciones con las moléculas contaminantes, así como de los modos de vibración que ayudarán a su identificación experimental.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006028

11:00-13:00 Adsorción de gases contaminantes en monocapas de disulfuro de molibdeno modificadas

con defectos puntuales **Alan Miralrio (miralrio@tec.mx), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.*

Miguel Castro (miguel.castro.m@gmail.com), UNAM;

Eduardo Rangel (kovoldedu@yahoo.com.mx), UAEH;

Dora Medina (dora.medina@tec.mx), Tecnológico de Monterrey;

Josué Gutierrez (a01754207@tec.mx), Tecnológico de Monterrey;

Actualmente la cantidad de gases de efecto invernadero ha aumentado dramáticamente debido a las actividades humanas. Sus impactos negativos podrían mitigarse mediante la investigación de materiales novedosos. Las restricciones de tamaño en una o más dimensiones cambian algunas propiedades de los materiales, como los materiales bidimensionales (2D). La adsorción de gases contaminantes sobre grafeno ha mostrado problemas de estabilidad, sin embargo, algunos estudios sugieren que la adsorción sobre monocapa de disulfuro de molibdeno es estable, aunque su superficie es químicamente inerte y necesita ser activada. La monocapa de disulfuro de molibdeno puede activarse químicamente por defectos puntuales, por ejemplo, pequeños grupos de metales acuñados (Au , Ag o Cu). En este trabajo se ahondará en los resultados obtenidos con hasta 3 átomos sustitucionales y con moléculas como H_2 , O_2 , N_2 , CO y NO , siendo los primeros componentes naturales de la atmósfera y los segundos contaminantes secundarios. La teoría funcional de densidad corregida por dispersión permitirá predecir algunas propiedades de los pequeños cúmulos del grupo 11 incrustados en monocapas de MoS_2 y su interacción con los gases de efecto invernadero y los componentes atmosféricos comunes. Los resultados de la simulación contribuirán a la producción de datos teóricos necesarios para una mejor comprensión de las propiedades físico-químicas y, por tanto, el desarrollo de sistemas de mitigación de gases de efecto invernadero.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006078

11:00-13:00 Efecto del campo magnético en superconductores con simetrías s y d a partir de interacciones de salto correlacionado *César Gabriel Galván Peña (cesar.galvan@uaslp.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Andrea Denisse Carrillo Vazquez (a269162@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

En los superconductores tipo II existen dos campos magnéticos críticos: H_{c1} y H_{c2} , entre los cuales coexisten la fase normal y la superconductora, lo que se conoce como estado mixto o estado de vórtices. En este trabajo, utilizando el método de Bogoliubov-de Gennes y considerando superconductividad de tipos s y d , originadas por interacciones de salto correlacionado Δt y Δt_3 respectivamente, se obtiene la brecha superconductora para una red cuadrada de átomos en el estado mixto del material. Con esta brecha se observan los vórtices formados en el supercon-

ductor y, además, se calcula el segundo campo magnético crítico como función de la temperatura, que exhibe comportamientos distintos según el tipo de interacción: en el caso de Δt se ajusta al modelo parabólico, mientras que en Δt_3 al modelo de Ginzburg-Landau.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006183

11:00-13:00 **Determinación de la masa efectiva de nanoestructuras de carbono dentro de matrices poliméricas mediante absorción luminosa.** *Topacio Llarena Bravo (topacio_llarena@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;* *Mariana Ailed Osorio Mejía (marianaosorio@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;* **Edgar Alvarez Zauco (ezauco@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los materiales compuestos están definidos como aquellos que tienen dos o más materiales con propiedades físicas o químicas notablemente contrastantes derivando en un material con propiedades únicas. En particular se tienen los materiales híbridos combinando nanoestructuras de carbono y matrices poliméricas, en los cuales se pueden encontrar ampliamente definidas multifases en el material compuesto que preservan un porcentaje alto de las propiedades de cada una de las fases constituyentes, ya sean de las nanoestructuras del carbono o del polímero. El control de las propiedades finales de los materiales se puede determinar mediante el control de la proporción de la concentración de las nanoestructuras en la matriz polimérica. En el presente trabajo de investigación se generaron sustratos híbridos basados en nanotubos de carbono (NTC) con matrices de politetrafluoroetileno (PTFE). Los sustratos híbridos sintetizados tienen propiedades electrónicas que pueden modificarse controlando la cantidad de nanotubos de carbono por unidad de volumen presentes en la matriz de PTFE, obteniendo un comportamiento de aislante, de semiconductor y hasta una respuesta de conductor. La determinación de este comportamiento se puede predecir al conocer la cantidad de NTC presentes en la muestra, debido a las propiedades ópticas de ambos componentes, se realizó un protocolo basado en la absorción óptica de los componentes para determinar la cantidad de NTC (medida en nanogramos) por unidad de volumen de la matriz de PTFE. De esta forma se puede predecir o controlar la conductividad del sustrato híbrido sintetizado.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006184

11:00-13:00 **Fermiones de Majorana en superconductores unidimensionales y bidimensionales** *César Gabriel Galván Peña (cesar.galvan@uaslp.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Daniela Vieyra Rivera (a250411@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

En un superconductor, dentro de la teoría BCS, el espectro energético es simétrico por lo que estados de energía cero cumplen con la característica de un fermión de Majorana, es decir, partículas que son su propia antipartícula. En este trabajo partimos del hamiltoniano de Hubbard extendido para superconductores unidimensionales y bidimensionales, resolvimos las ecuaciones de Bogoliubov-de Gennes en ambos casos para encontrar el espectro energético en función de la brecha superconductora. Nuestros resultados muestran que la existencia de fermiones de Majorana solo ocurre cuando tenemos una brecha superconductora tipo p. La búsqueda de fermiones de Majorana en materia condensada es de gran relevancia en la computación cuántica debido a que con estas cuasipartículas se pueden construir cúbits que están protegidos de perturbaciones locales.

Óptica - LXV-004500

11:00-13:00 **Caracterización espectral de películas delgadas de un derivado de imidazol como convertidor de longitud de onda.** *Rubén Grajales Coutiño (rgrajales@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;*

Rocío Meza Gordillo (rocio.mg@tuxtla.tecnm.mx), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Auri Frauselia Arriaga González (m13270782@tuxtla.tecnm.mx), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Jorge Luis Camas Anzueto (jcamas@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Joel Gómez Pérez (joel.gp@tuxtla.tecnm.mx), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

**Marcoantonio Ramírez Morales (marco.ramirez.27.10@gmail.com), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.*

En este proyecto de investigación se propone construir películas delgadas de un material orgánico con propiedades fluorescentes, caracterizando sus propiedades ópticas a partir de estudios de colorimetría, espectroscopia de fluorescencia y espectroscopia de infrarrojo. El material se distribuye de manera líquida depositando de manera uniforme sobre porta objetos que se dejan solidificar, al estar expuesto las películas delgadas bajo radiación ultravioleta existe un deterioro físico en las películas de lófina, por ello mediante espectroscopia de infrarrojo se analizaran las muestras antes de la exposición de fuentes ultravioletas y después de la exposición UV con ello se demostrara si existe un desgaste del material termocrómico modificando sus propiedades ópticas o de los solventes que intervienen

en la elaboración de la muestra homogénea. Se presentan resultados preliminares de la fluorescencia en el espectro visible obteniendo cambios de longitud de onda en función a cambios de temperatura.

Óptica - LXV-004560

11:00-13:00 Láser de fibra óptica dopada con Tm de múltiple emisión basado en el efecto de interferencia multimodal Miguel V Andrés (*miguel.andres@uv.es*), Universidad de Valencia;
Roberto Carlos Martínez Montejano (*roberto.montejano@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;
Germánico González Badillo (*germanico.gonzalez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Manuel Durán Sánchez (*manueld@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;
Baldemar Ibarra Escamilla (*baldemar@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);
Oliver Pottiez (*pottiez@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica (CIO);
Miguel Ángel Bello Jiménez (*miguel.bello@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;
Rosa Elvia López Estopier (*rosa.lopez@uaslp.mx*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT);
Andrés Camarillo Avilés (*a.camarillo.aviles@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;
*Marco Vinicio Hernández Arriaga (*marco.arriaga@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;
*Expositor.

Este trabajo reporta la implementación de un láser de fibra óptica dopada con tulio con características de conmutación y múltiple emisión basado en el uso de filtros espectrales de interferencia multimodal (MMI). La estructura MMI es fabricada a partir de un segmento de fibra sin núcleo empalmado entre dos fibras monomodo. Para este experimento se fabricaron dos filtros MMI, uno basado en estructura de fibra estrechada (taper) y el otro en estructura de fibra sin estrechar (sin taper). En ambos casos se analizaron sus respuestas de salida y se realizó una comparativa de su desempeño. Por un lado, la estructura taper MMI presentó pérdidas de inserción estimadas en 8.7 dB en la región de las 2 μm ; este arreglo permitió emisión triple en las longitudes de onda de 1995.4, 2013.3 y 2038.3 nm. Además, se observó operación conmutable en emisión doble entre las longitudes de onda de 1997.9 y 2032.1 nm. Para el caso del filtro sin taper, las pérdidas de inserción observadas fueron de 12.6 dB a 2 μm , permitiendo emisión conmutable en doble longitud de onda a 1986.49 y 2017.38 nm. Las líneas láser observadas muestran ancho de banda de alrededor de 50 pm, relación señal a ruido de 50 dB y buena estabilidad. Nuestra propuesta demuestra ciertas ventajas sobre otros esquemas de láseres de fibra de tulio

que incluyen filtros MMI tales como, emisión sobre las 2 μm , tamaño compacto, robustez y alta reproducibilidad.

Óptica - LXV-004642

11:00-13:00 Prueba de la rejilla de Shack-Hartmann con micro agujeros, un análisis de la dependencia respecto a la coherencia de la fuente Alejandro Cornejo Rodríguez (*acornejo@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;
Javier Muñoz López (*jmuno@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;
Efred Santamaría Juárez (*sjefren09@gmail.com*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;
*Alberto Jaramillo Nuñez (*ajaramil@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

La prueba de Shack-Hartmann para sistemas ópticos es una herramienta versátil que nos brinda información bidimensional de la superficie óptica bajo prueba, en este trabajo mostramos la implementación de lo que podríamos llamar la prueba Platt-Shack-Hartmann proponiendo la fabricación de una rejilla con micro agujeros de una manera, técnicamente sencilla, económica y accesible a cualquier taller de pruebas ópticas. En el análisis de los resultados, hacemos énfasis en la dependencia de la coherencia de la fuente usada, comparando las imágenes obtenidas con fuentes coherente e incoherente.

Óptica - LXV-004664

11:00-13:00 IMAGEN Y SONIDO PARA ANALIZAR LA RIGIDEZ DE BLOQUES DE MORTEIRO EN CONDICIONES DE FRAGUADO José Vega Cabrera (*jose.vega.cabrera@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
Gabriel Arroyo Correa (*garroyo@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
Itzel Luviano Soto (*itzel.luviano@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
Elesar Villa Villa (*1422702c@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
*Yajaira Concha Sánchez (*yajaira.concha@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En el campo de la ingeniería civil se emplean técnicas destructivas y no destructivas para caracterizar las propiedades mecánicas de los materiales. Por ejemplo, es posible medir la distribución de esfuerzos sobre la superficie de un sólido de forma prácticamente automática y no invasiva. También la técnica del impacto acústico (IA), un método no invasivo ampliamente usado en la industria frutícola, se puede usar para cuantificar la rigidez del material sólido. Por otra parte, la disponibilidad que últimamente se

tiene de cámaras digitales permite el registro de imágenes para estudiar procesos físicos, biológicos y químicos. Por ejemplo, se puede monitorear el patrón de luz reflejado por la superficie de un objeto antes y después de ser sometido a un esfuerzo mecánico determinado; la diferencia entre las imágenes, usando técnicas básicas de procesamiento de imágenes, permite en principio cuantificar la deformación que experimenta el objeto bajo estudio. En este trabajo estudiamos experimentalmente la rigidez de bloques de mortero (cemento-arena proporción 1:2), preparados de acuerdo a la normativa existente ACI. Se usan la técnica IA y el procesamiento de imágenes obtenidas de los patrones de luz reflejada por los bloques. Los bloques son analizados primeramente sin presión sobre ellos y después, cuando son sometidos a una fuerza de compresión hasta el punto de ruptura del material en proceso de fraguado a 28 días. Los resultados muestran que la aplicación de estas técnicas no destructivas permite identificar características propias del estado de esfuerzo mecánico al que son sometidos los bloques de mortero. Los parámetros medidos de manera no destructiva (frecuencias de resonancia, entropía de imagen e intensidad media de imagen) son comparadas con el módulo de Young de los bloques analizados.

Óptica - LXV-004742

11:00-13:00 Sintonización de emisión laser usando un interferómetro Mach-Zehnder basado en dos adelgazamientos de fibra óptica consecutivos separados por una distancia L. *Jonathan Raymundo Alonso-Cruz (*jonathan.alonsocr@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Julian Isaac López-Zenteno (*isaac.lopezntn@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Mauricio Torres-Torres (*mauricio.torrestrr@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Victoria Celeste Rodríguez-Carreón (*vrodriiguez@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Romeo Selvas Aguilar (*romeo.selvasag@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Alejandro Martínez-Ríos (*amr6@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.;

Guillermo Salceda Delgado (*gusademo@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Se presenta la sintonización de emisión en un láser de fibra óptica. Esta sintonización se basa en la utilización de un interferómetro Mach-Zehnder como filtro de peine dentro de la cavidad laser, dicho interferómetro se constituye por dos adelgazamientos de fibra óptica concatenados separados por una distancia L. El láser de fibra óptica es un láser con cavidad tipo anillo. El anillo de la cavidad laser está constituido por un Multiplexor por División de Longitud de Onda (WDM), fibra dopada con erbio, un aislador óptico, el interferómetro, un controlador de polarización, y un acoplador 90:10 para habilitar la salida del laser por el

puerto del 10% y el puerto del 90% se conecta al WDM para cerrar la cavidad en anillo. Los adelgazamientos del interferómetro funcionan como acopladores entre modos de núcleo y el revestimiento, por lo que en la sección de fibra entre los dos adelgazamientos se propaga el modo del núcleo y el revestimiento generando una diferencia de fase causada por el diferente camino óptico que viajan y se genera un patrón de interferencia. El patrón de interferencia modula las pérdidas de la cavidad y estimula la generación de emisión laser en longitudes de onda donde las pérdidas sean mínimas y la ganancia laser considerable. Al doblar el interferómetro, el patrón de interferencia sufre un corrimiento en longitud de onda a causa de cambios geométricos y esfuerzos internos en la estructura del interferómetro, de manera que, se propicia que la emisión cambie de lugar en longitud de onda. Por medio de este método fue posible sintonizar la emisión del láser en el rango de 1528 nm a 1562 nm con un factor máximo de sintonización de 2.21 nm/mm y se logró inducir hasta tres emisiones simultaneas en valores específicos de dobles del interferómetro y separaciones entre adelgazamientos. El método propuesto es económico y viable para su uso en un gran número de campos tales como en telecomunicaciones, sensado, espectroscopia, y metrología.

Óptica - LXV-004851

11:00-13:00 GENERACIÓN DE SOLITONES ÓPTICOS ESPACIALES EN ACEITE DE RICINO CON ROJO DE METILO Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología;

Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Eduardo Rosales Cortes (*eduardo.rosalesc@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La invención del láser en 1960 trajo consigo un cambio en el entendimiento de la interacción de la luz con la materia dando paso a la óptica no lineal que nació con la observación del segundo armónico por Franken en 1961 [1], a partir de entonces diversos fenómenos como la generación de tercer armónico, auto-enfocamiento, auto-desenfocamiento, efecto Raman y solitones ópticos fueron observados. En este trabajo se presentan resultados experimentales sobre la generación de solitones ópticos espaciales generados en el medio no lineal compuesto por aceite de ricino con colorante rojo de metilo iluminado con un láser de onda continua.

[1] Boyd, R. W. (2008). Nonlinear Optics. Florida, USA: Academic Press.

Óptica - LXV-004869

11:00-13:00 **Desarrollo de un Sistema SPR para Detección de Antibióticos en Fármacos** *Rodolfo Cortés Martínez (rcorte@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;*
Carlos Alberto Fuentes Hernández (ca.fuentes@itsur.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato;

**Diana Calderón Baeza (e18120328@alumnos.itsur.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato; *Expositor.*

En la actualidad, el análisis de los fluidos biológicos utiliza técnicas complejas tales como cromatografía de gases (GC), cromatografía de líquidos (LC) y cromatografía de líquidos de alto rendimiento (HPLC), los cuales son equipos sofisticados y de alto costo. Por lo anterior, hay la necesidad de desarrollar nuevos métodos de detección que sean eficientes y prácticos, con la sensibilidad necesaria para cuantificar dichos compuestos aún en concentraciones a nivel traza. Una opción es el desarrollo de biosensores basados en principios de detección óptica tipo SPR. Este trabajo se enfoca en el desarrollo de un sistema de resonancia de plasmones de superficie (SPR) para detección de trazas de antibióticos en fármacos sometidos a tratamientos biológicos. Su diseño conceptual emplea el método de matriz de transferencia para un sistema de capas y la teoría del índice efectivo para soluciones acuosas multicomponente para modelar la respuesta óptica del biosensor. Propiedades fisicoquímicas como densidad, índice refracción, molaridad, polarizabilidad y concentración son incluidas en el modelo para investigar los cambios de la sustancia activa en la muestra sujeta a tratamiento térmico. Del análisis de los resultados numéricos nos permitieron determinar los parámetros de diseño óptimo para el desarrollo del sistema de detección para las muestras bajo estudio.

Óptica - LXV-004964

11:00-13:00 **DEDUCTION OF LOMMEL'S INTEGRALS AND PROPERTIES TO STUDY NON-DIFFRACTING OPTICAL BEAMS** *Cruz Meneses Fabián (cmeneses@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Maricela Flores Sandoval (maricela.floressan@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Working with non-diffracting beams such as Bessel beams and the Fourier theory in polar coordinates, mathematical expressions can be found that are not easy to solve, as they do not appear as such in books. Therefore, it is necessary to explore the origin of the expressions for the simple cases and then try to solve for the expression found. An example is the following expression

$$\int_0^{\infty} J_{\nu}(a\rho)J_{\mu}(b\rho)\rho d\rho, \quad (2)$$

which involves Bessel functions of the first kind with different order and arguments but which does not appear in the books, except in the form

$$\int_0^P J_{\nu}(ax)J_{\nu}(bx)xdx = \frac{P}{a^2 - b^2} \times [aJ_{\nu}(bP)J_{\nu+1}(aP) - bJ_{\nu}(aP)J_{\nu+1}(bP)], \quad (3)$$

called first Lommel integral, here the integral is finite and for the one-dimensional case; however, by doing the development for it, an idea of how to solve the expression of interest can be gotten. In the same way, there is a second Lommel integral, in both cases, the results of these integrals are presented in books as properties of orthogonality and normalization for specific values (the zeros of the Bessel function) and for a finite interval $[0, P]$ to be used in the Bessel-Fourier series. However, the deduction for a general argument κx , where κ is an arbitrary value, as well as the different representations of the results, is not deepened, since some may be more convenient than others. Due to this, this work presents a theoretical development in a general way of Lommel's integrals, different representations, the case when P tends to infinity is also explored, that is, the closure relation given by

$$\int_0^{\infty} xdxJ_{\nu}(\omega x)J_{\nu}(\omega_0 x) = \frac{1}{\omega} \delta(\omega - \omega_0) \quad \nu > -\frac{1}{2}. \quad (4)$$

Also, it is shown the impossibility of obtaining a clear result of the first expression.

Óptica - LXV-004982

11:00-13:00 **Polarization coherence theorem in birefringent nonlinear optical fibers** **Jose Javier Sanchez Mondragon (jsanchez@inaoep.mx), INAOE; *Expositor.*

Braulio Misael Villegas Martinez (bvillegas@inaoep.mx), INAOE;

Suresh Kumar Gadi (gadis@uadec.edu.mx), Universidad Autonoma de Coahuila;

Jesus Emmanuel Gomez Correa (jesusg@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Julio Cesar Garcia Melgarejo (julio.melgarejo@uadec.edu.mx), Universidad Autonoma de Coahuila;

Nestor Lozano Crisostomo (n.lozano@uadec.edu.mx), Universidad Autonoma de Coahuila;

Recently, Eberly et al. introduced the polarization coherence theorem (PCT): $P^2 = V^2 + D^2$, where the polarization P , visibility V , and distinguishability D are joined. In this work, we study the PCT in birefringent nonlinear optical fibers by considering circularly polarized input light fluctuating in amplitude. We analyze the behavior of the output PCT as a function of the linear birefringence and

average input power. We demonstrate that the output light field undergoes a reduction of P and V but an increase of D when the linear birefringence approaches a critical value defined by the average input power; otherwise, P , V , and D remain unaffected. We also show how the average input power impacts P , V , and D by enhancing the linear birefringence.

Óptica - LXV-004988

11:00-13:00 Iluminación con Metalentes Iván Moreno Hernández (*imorenoh@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Cosmy Polet Castañeda Almanza (*cosmycastaneda@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo proponemos un método de diseño de una metalente para obtener un patrón de iluminación, específico. En nuestro enfoque dividimos la fuente de luz y el plano tarjeta en rejillas, cada punto de intersección de cada rejilla entre fuente y tarjeta tiene una correspondencia uno a uno, el diseño de la metalente se obtiene al aplicar un método iterativo al resolver la ecuación diferencial de la fase.

Óptica - LXV-005016

11:00-13:00 Patrón de difracción a través de una microburbuja de vapor de agua. *Ana Karen Godínez Pacheco (*ana.godinez2031003@upt.edu.mx*), Universidad Politécnica de Tulancingo; *Expositor.

José Gabriel Ortega Mendoza (*jose.ortega@upt.edu.mx*), Universidad Politécnica de Tulancingo;

Arturo Guzmán Barraza (*arturo.guzman.1731025@upt.edu.mx*), Universidad Politécnica de Tulancingo;

En este trabajo se presentan los resultados experimentales del patrón de difracción obtenidos al interactuar un rayo láser con una microburbuja de vapor de agua adherida a la pared de una celda de vidrio. Para la generación de las microburbujas se utilizó un láser ($\lambda=980$ nm) acoplado a fibra óptica monomodo ($9/125$ μm). Previamente, se inmovilizaron nanopartículas de plata en el extremo de la fibra óptica mediante la técnica de fotodeposición. Posteriormente, se colocó la punta de la fibra óptica pegada a la pared de una celda de vidrio la cual contiene agua. La alta absorción de la luz láser por parte de las nanopartículas provoca el incremento de la temperatura alrededor de la punta de la fibra óptica, desencadenando la formación de una burbuja (proceso fototérmico). Una vez que se generó la microburbuja, el láser se apagó y la microburbuja permaneció en la pared debido a la fuerza de adhesión. Se usó un segundo láser ($\lambda = 654$ nm) acoplado a fibra óptica monomodo ($9/125$ μm) para irradiar la microburbuja.

Los resultados muestran que la microburbuja se comporta como un objeto esférico opaco ya que en la pantalla se observó un patrón de difracción característico de un disco opaco, el cual fue obtenido numéricamente.

Óptica - LXV-005066

11:00-13:00 Doble peine de frecuencia en un láser Q-switched/mode-locked de fibra dopada con tulio mediante la rotación de la polarización no lineal

Baldemar Ibarra Escamilla (*baldemar@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Jared Alaniz Baylón (*alaniz.baylon8@gmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Miguel Ángel Bello Jiménez (*miguel.bello@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí-Instituto de Investigación en Comunicación Óptica;

Manuel Durán Sánchez (*manueld@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

*Edwin Addiel Espinosa De La Cruz (*edwin_12@hotmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

En este trabajo, presentamos características de un doble peine de frecuencia a longitudes de onda cercanas a 2 μm , obtenidos con un láser de fibra dopada con tulio Q-switched/mode-locked (QML). Este régimen se logra a través del control de dos placas retardadoras que permiten ajustar la absorción saturable mediante la técnica de la rotación de la polarización no lineal (NPR). En este sentido, fijando las placas retardadoras y variando la potencia de bombeo en un rango de 1 a 3 W, se logra mantener estable los dos peines de frecuencia, obteniendo así una duración de la envolvente del pulso QML de 1.46 μs que corresponde a una energía de pulso máxima de 5.96 μJ y una potencia máxima de 160 mW. Las frecuencias máximas de los peines son de 26 kHz y 2.63 MHz de los pulsos Q-switched y mode-locked, respectivamente. Debido a las características presentadas del doble peine de frecuencia se cree que podrían ser útiles principalmente para espectroscopia, metrología y comunicaciones ópticas.

Óptica - LXV-005071

11:00-13:00 Simulación de metalentes TIR Iván Moreno (*imorenoh@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia de la Universidad Autónoma de Zacatecas;

José Carlos Basilio Ortiz (*jc_atlet_3000@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Edgar Dávila Arévalo (*efisicazac@gmail.com*), Universidad Tecnológica del estado de Zacatecas; *Expositor.

Los avances actuales en metalentes, están conduciendo al desarrollo de nuevos sistemas ópticos compactos, principalmente en aplicaciones de imagen. Aquí, enfocamos el

estudio de los metalentes, en aplicaciones de la óptica de iluminación. En este trabajo presentamos el estudio y diseño de una lente con reflexión interna total (metalente TIR), mediante el uso de simulaciones electromagnéticas con el método de las Diferencias Finitas en el Dominio del Tiempo (FDTD). La metalente TIR, está configurada tanto por un metalente como por un metaespejo sobre una placa transparente, y como fuente se utiliza un diodo emisor de luz (LED). Realizamos un análisis de la eficiencia de la propuesta configuración mediante el uso de simulaciones FDTD.

Óptica - LXV-005073

11:00-13:00 **Modelo del cristalino humano de una sola función** Sabino Chávez Cerda (*sabino@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Alfonso Jaimes Nájera (*ajaimes@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey;

*Jesús Emmanuel Gómez Correa (*jesusg@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey; *Expositor.

El ojo humano tiene la maravillosa capacidad de observar objetos a diferentes distancias, lo que se conoce como proceso de acomodación. El cristalino, que es la lente interna del ojo humano, juega un papel muy importante, debido a que este proceso se logra mediante los cambios en la curvatura de su superficie y, a su vez, mediante los cambios en la distribución de su índice de refracción gradiente. Diseñar un modelo matemático del cristalino que reproduzca al mismo tiempo ambos cambios ha sido una tarea muy complicada, debido a la asimetría que presenta en su forma. En este trabajo se presenta un modelo de cristalino que es capaz de reproducir, al mismo tiempo, ambos cambios durante el proceso de acomodación y además tiene la ventaja de ser un modelo de una sola función, la cual, depende de un solo parámetro para simular el proceso de acomodación para diferentes distancias objetos. Este modelo de cristalino fue seleccionado por la revista Optics and Photonics News como uno de los mejores 30 trabajos publicados en el área de la óptica durante el año 2020 a nivel mundial, dado que los cambios en su forma externa y en su distribución de interna de índice de refracción, así como las aberraciones, durante el proceso de acomodación se encuentran dentro de los rangos reportados experimentalmente.

Óptica - LXV-005122

11:00-13:00 **Estudio de la Respuesta Angular de un Sensor Óptico Basado Resonancia de Plasmones de Superficie para Aplicaciones de Biosensado** Rodolfo Cortés Martínez (*rcortes@cicese.mx*), Centro

de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Edgar Martínez Guerra (*edgar.martinezgrr@uanl.edu.mx*), Facultad de ciencias Físico Matemáticas, universidad Autónoma de Nuevo León;

*Jorge Antonio Loera Grande (*jorgemu223loera@gmail.com*), Facultad de ciencias Físico Matemáticas, universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

La resonancia de plasmones de superficie es un modo eficaz de sensado óptico basado en la para la detección de los cambios del medio adyacente a la capa superficial de metal a escala de sublongitud de onda. El presente trabajo es un estudio para investigar la respuesta angular de un sensor óptico basado en la resonancia de plasmones de superficie (SPR) y características ópticas para aplicaciones de biosensado en la región visible. Se utilizaron las ecuaciones de Fresnel y el Método de Matriz de Transferencia (MMT) para predecir la respuesta del sensor SPR de la reflectividad para diferentes longitudes de onda de la región visible. Los experimentos permitieron obtener con precisión el ángulo de resonancia del plasmón y los resultados obtenidos fueron comparados con los obtenidos numéricamente. De la discusión de resultados se pudieron obtener los parámetros de diseño de un sensor SPR para aplicaciones potenciales de biosensado.

Óptica - LXV-005192

11:00-13:00 **Análisis del experimento de la primera medición del momento angular de la luz.** Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

*Marco Antonio García Márquez (*mafiscant@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; *Expositor.

Una onda electromagnética, la cual posee energía, momento lineal y momento angular, es capaz de transferir estas magnitudes físicas a la materia al interactuar con ella. En virtud de este hecho en 1936 R. A. Beth [1], llevó a cabo un experimento para detectar y medir la transferencia de momento angular desde un haz de luz circularmente polarizado a un medio birrefringente que altera el estado de polarización del haz. La idea general para la medición de este fenómeno es la siguiente: luz circularmente polarizada incide en una placa retardadora de media longitud de onda, suspendida en su centro por una fina fibra de cuarzo, de acuerdo con la teoría electromagnética la luz debería ejercer un torque sobre la placa retardadora colgante que la pondría a oscilar. Al medir las amplitudes de estas oscilaciones y a partir de la teoría que describe el movimiento de oscilación de un péndulo de torsión es posible medir la torca que la luz ejerce sobre la placa retardadora como función de las variables del experimento; intensidad, polarización y fase relativa de las componentes de la luz. En este trabajo se interpreta y explica el

procedimiento para medir el torque de la luz y se revisan los resultados obtenidos en el experimento.

[1] Beth, R. A. (1936). Mechanical Detection and Measurement of the Angular Momentum of Light. *Physical Review*, 50(2), 115–125.

Óptica - LXV-005288

11:00-13:00 **SENSOR ÓPTICO PARA MEDICIÓN NO INVASIVO DE GLUCOSA** *Mary Carmen Y Monserrat Peña Gomar (mgomar@umich.mx), FCFM-PCIF-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*

Dagoberto Cardona Ramírez (dagoberto.cardona@umich.mx), FCFM-PCIF-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

**Marco Antonio Salgado Verduzco (marco.verduzco@umich.mx), MCIF-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

James Papy Kahenga Lubuku (2149525k@umich.mx), MCIF-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Pablo Agustín Calderón Franco (1423943k@umich.mx), MCIF-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Los problemas de salud relacionados con la glucosa en el organismo se atribuyen a la diabetes mellitus que es una enfermedad metabólica que se caracteriza por un aumento de glucosa en la sangre. A pesar del acceso de la atención de esta enfermedad en el sector salud, la mayoría de los adultos con diabetes no cumplen un adecuado nivel glucémico. El control individual de la enfermedad es vital para tener un buen nivel de vida y parte de ese control es medir el nivel de glucosa constantemente. Los métodos más establecidos para la determinación de la glucosa en sangre son invasivos y dolorosos, ocasionando con frecuencia infecciones cuando se requiere un monitoreo constante en el paciente. Por lo anterior, se presenta en este trabajo la primera etapa del desarrollo de un sistema óptico no invasivo que utiliza tecnología Arduino para la detección de glucosa en sangre. El sistema tiene la característica de lectura rápida y es sencillo de utilizar. El sensor utiliza un fotodetector infrarrojo que se adapta a una tarjeta Arduino UNO. La radiación infrarroja cercana es amplificada y filtrada para correlacionar con la concentración de glucosa. Se realizaron análisis de espectroscopía VIS-IR para estudiar la respuesta de la concentración de la glucosa en agua destilada y seleccionar la respuesta espectral adecuada para el sensor. Posteriormente se implementó el sensor óptico para generar las curvas de calibración para concentraciones de glucosa en de agua destilada que permitieron ajustar las medidas ópticas con las señales electrónicas del sistema. Además se compararon con un glucómetro comercial encontrando correlación con las lecturas del sistema óptico.

Óptica - LXV-005363

11:00-13:00 **DISEÑO NUMÉRICO DE UN ABSORBEDOR DE METAMATERIAL USANDO UN MÉTODO INTEGRO-DIFERENCIAL** *Héctor Pérez Aguilar (hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*
José Eduardo Medina Magallón (jmedinamagallon@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Sergio Sánchez López (sergiosanz125@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Eric Didier Galván Navarro (e.d.g.n.19@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

**Marco Antonio De La Peña Gochi (1108519e@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*

**Expositor.*

En este trabajo se analiza numéricamente la absorción de la radiación electromagnética de un sistema de multicapas con estructuras periódicas que contienen un índice de refracción negativo. Este material artificial es conocido como “Metamaterial” y está constituido por una estructura metálica geométrica y periódica incrustada en un medio dieléctrico. Para modelar numéricamente el sistema se utiliza la técnica conocida como el “Método de la Ecuación Integral”. Los resultados numéricos muestran bandas de absorción muy eficientes en el espectro solar. Una de las principales posibles aplicaciones de este diseño del absorbedor con metamaterial es su uso en una celda solar. Esto permite incrementar significativamente la absorción de luz solar y por lo tanto la eficiencia final del dispositivo.

Óptica - LXV-005384

11:00-13:00 **Visualización de la derivada de un frente de onda en el experimento de Young** *Carlos Ignacio Robledo Sanchez (carlos.robledo@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Luis Mario Arellano Gonzalez (luis.m.arellano.g.3dv@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El patrón de franjas observado en el experimento de Young pone de manifiesto la naturaleza ondulatoria de la luz. Se puede explicar usando dos principios físicos. El primero, conocido como principio de Huygens, sugiere que cada punto de un frente de onda se puede considerar como una fuente esférica secundaria. El segundo, conocido como principio de Fresnel, sugiere que el frente de onda propagado es el resultado de la superposición de los frentes de onda generados por las fuentes secundarias de Huygens. Usando ambos principios mostramos que el experimento de Young permite obtener la derivada del frente de onda generado en los orificios y con esta demostración tener una explicación de por qué se observa un patrón de franjas llamadas franjas de interferencia. La idea se generaliza para

otros tipos de frentes de onda, dando resultados numéricos.

Óptica - LXV-005449

11:00-13:00 **Estudio del haz de Airy y su potencial de Bohm** Gerardo Francisco Torres Del Castillo (*torresdelcastillo@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Gilberto Silva Ortigoza (*gsilva@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Citlalli Teresa Sosa Sánchez (*csosa@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Foránea Monterrey;

*Jessica Ortiz Flores (*jessoflores@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En la actualidad, el estudio de los haces ópticos es de gran importancia debido a sus aplicaciones tecnológicas y a su vez porque nos permite conocer más sobre la naturaleza de la luz. En particular los haces estructurados son de gran interés tanto teórica como experimentalmente. Los haces acelerados, es decir, generalizaciones del haz de Airy, son ejemplos de haces estructurados que tienen propiedades que pueden ser usadas en aplicaciones en diferentes áreas como metrología, micro litografía, óptica no lineal, cirugía médica, así como en comunicaciones inalámbricas y ópticas. En este trabajo se presenta un análisis del potencial de Bohm asociado con los haces estructurados de Airy bidimensionales.

Óptica - LXV-005534

11:00-13:00 **Fibra óptica adelgazada con una película termocrómica como medio sensitivo a cambios de temperatura.** Elías Neftalí Escobar Gomez (*enescobarg@tuxtla.tecnm.mx*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Madaín Pérez Patricio (*madain.pp@tuxtla.tecnm.mx*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Rafael Mota Grajales (*rafael.mg@tuxtla.tecnm.mx*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Jorge Luis Camas Anzuetto (*jcamas@ittg.edu.mx*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Rubén Grajales Coutiño (*ruben.gc@tuxtla.tecnm.mx*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

*Carlos Alberto Megchum Ruedas (*cmegchum@hotmail.com*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.

En este trabajo de investigación se propone la fabricación de una fibra adelgazada mediante etching por medio de ácido fluorhídrico con una concentración al 100% y el

depósito de la película termocrómica sobre la zona adelgazada de la fibra como medio sensitivo. Primeramente, se realizará un estudio experimental del comportamiento del material termocrómico por medio de un espectrómetro en el rango de temperatura de 30 a 60°C. Posteriormente, la caracterización de la fibra óptica taper se realizará por medio de un láser tipo pigtailed con una longitud de onda de 1550 nm. Se usará un equipo controlador de temperatura Qpod y un medidor de potencia PM320E. Finalmente, se realizará la medición de la potencia transmitida al variar la temperatura.

Óptica - LXV-005561

11:00-13:00 **Caracterización óptica de resina transparente de impresión 3D** Francisco Joel Cervantes Lozano (*joel.cervantes@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

Jaime Francisco Almaguer Medina (*jaime.almaguer@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

*Jose Manuel Martínez Juárez (*jose.martinez@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

Víctor Manuel Chávez Pérez (*vm.chavez.p@gmail.com*), Universidad de Vigo;

Citlalli Almaguer Gomez (*citlalli.almaguer@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

El uso de la impresión 3D ha demostrado ser muy útil para resolver problemas en el ámbito de la vida cotidiana, científico y tecnológico, el aumento de su demanda a provocado que su tecnología vaya mejorando y que resulte cada vez mas accesible tener una impresora 3D en nuestro entorno. Existen varios tipos de impresoras 3D y cada una tiene diferentes características que la diferencian del resto:

- Extrusión de Material (FDM)
- Polimerización VAT (SLA y DLP)
- Fusión de polvo (SLS)
- Inyección de Material (MJ)
- Inyección de Aglutinante (BJ)
- Deposición directa de energía (Direct Energy Deposition)
- Laminado en hojas (Sheet Lamination)

Las más utilizadas para uso no industrial son FDM y SLA, siendo la mas común la FDM también llamada de filamento que son alimentadas por medios de rollos, en los últimos años se ha extendido el uso de impresoras 3D de resina (SLA), que trabaja con resinas que son endurecidas por medio de radiación focalizada consiguiendo una mayor resolución espacial y mayor número de aplicaciones ya que dispone de resinas flexibles, dentales, quirúrgicas y transparentes. En este trabajo nos enfocamos en esta última (transparentes) pensando en un potencial uso para generar lentes para el ámbito científico como una alternativa accesible para el diseño de arreglos experimentales. Con este fin hemos caracterizado la resina para determinar su

viabilidad para generar con ella piezas ópticas para uso didáctico o de investigación.

Óptica - LXV-005578

11:00-13:00 Generación de Segundo Armónico por Dispersión Espacial en Cristales Centrosimétricos

*Adalberto Alejo Molina (adalberto.alejo@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

Hendradi Hardhienata (hendradi@apps.ipb.ac.id), Institut Pertanian Bogor University;

Es bien conocido que los materiales centrosimétricos no presentan generación de segundo armónico en el bulto, a menos que exista un mecanismo que rompa la simetría del cristal en alguna dirección. En este trabajo analizamos que pasa cuando la dispersión espacial está presente en la dirección de propagación del haz de excitación para un cristal centrosimétrico que tiene la capacidad de generar segundo armónico a esa frecuencia de excitación en su superficie. En particular trataremos con silicio en la dirección (001) y mostraremos a partir de un desarrollo electromagnético general como es posible obtener ecuaciones equivalentes a las del modelo de enlace de hiperpolarizabilidad simplificado (SBHM, por sus siglas en inglés) para este fenómeno no lineal cuadrupolar. Esta expresión que derivamos es análoga a la que se obtiene por ejemplo para la contribución por gradiente del campo eléctrico del haz de excitación y también el tensor de susceptibilidad que describe la dispersión espacial es de rango cuatro.

Óptica - LXV-005641

11:00-13:00 Under, critically and over regimens of balanced damped/gain of coupled harmonic oscillators.

J. Javier Sánchez Mondragón (delta_dirac@hotmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA;

Braulio Misael Villegas Martínez (misalo15@hotmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA;

Julio Cesar García Melgarejo (j_cesar_gm@hotmail.com), Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Unidad Torreón.;

Néstor Lozano Crisóstomo (nestor.phys@hotmail.com), Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Unidad Torreón.;

Maximiliano Limón Salazar (maxlimsa@gmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA;

Wilmer Contreras Sepúlveda (wilmer13194@gmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA;

*Jeshua Emmanuel Hernández Pérez (emmanuel.hernandez@susu.inaoep.mx), INSTITUTO NACIONAL

DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; *Expositor.

Photonic structures have been ideal systems to explore the intricacies of complex Hamiltonians of PT Symmetry systems (1-4). They have been thoroughly explored and show remarkable properties as critical points and slow light that fueled further interest in such a system, and the need for a thorough understanding [5]. Missing points in those analysis have been precisely the symmetry observed in the initial formulation and structure and the coupling strength among the photonic waveguides [6]. We explore the conjunction of two of the most well know and understood textbook classical models, the damped harmonic oscillator and the coupled harmonic oscillators for the design of a balanced damped/gain coupled harmonic oscillators[7]. We characterize this model on the well-known regimens of under, critically and over damped/gain in closed analogy to the underdamped, critically damped and overdamped regimens of a damped Harmonic Oscillator , now in an explicit interplay with its coupling strength.

References

[1] C.M. Bender and S. Boettcher, "Real spectra in non-Hermitian Hamiltonians having PT symmetry," Phys. Rev. Lett.80, 5243 (1998).

[2] C.M. Bender, S. Boettcher, and P. N. Meisinger, "PT-symmetric quantum mechanics," J. Math. Phys.40,2201(1999).

[3] C.M. Bender, D.C. Brody, and H. F. Jones, "Complex extension of quantum mechanics" Phys. Rev. Lett. 89,270401 (2002).

[4] C.M. Bender," Making sense of non-Hermitian Hamiltonians", Rep. Prog. Phys. 70, 947-1018 (2007).

[5]Krasnok, A., & Nikita, N. (s.f.). Parity-Time Symmetry and Exceptional points: Tutorial.

[6] Villegas-Martínez, B. M., Sánchez Mondragón, J. J., & Christodoulides, D. N. (s.f.). Abrupt fast-slow light transition near to exceptional point in a PT coupled slab waveguide.

[7]Hlushschebko, A. V., Shcherbinin, V. I., Novitsky, D. V., & R Tuz, V. R. (2021). Multimode parity-time and loss-compensation symmetries in coupled waveguides with loss and gain.

Óptica - LXV-005642

11:00-13:00 Interferómetro de Sagnac de fibra óptica de plástico como sensor de índice de refracción.

Jorge Luis Flores Núñez (jorgel.flores@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

Guillermo García Torales (garcia.torales@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

José Luis De La Cruz González (jose.dgonzalez@alumnos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

Héctor Santiago Hernández (hector.santiagoh@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

Julio Romero Bernal (julio.romero8410@alumnos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

*Luis Arturo Valadez Bustamante (luis.valadez7267@alumnos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

El presente trabajo se muestra la fabricación de un interferómetro de Sagnac óptico de fibra de plástico (POF) que funciona como un sensor de índice de refracción. Debido a las propiedades de las fibras ópticas de plástico, el sistema de sensado propuesto es compacto y bajo costo; características que lo hacen pionero y de gran interés en diversas áreas de la ciencia y la industria. El interferómetro de Sagnac es fabricado con una sola pieza de fibra de plástico, facilitando su fabricación y evitando pérdidas en el sistema, como las provocadas por fusión. El acoplador tiene una longitud de 5 y es fabricado mediante la técnica de torsión. La relación de acoplamiento se modifica variando el índice de refracción de los medios que rodean al propio acoplador (soluciones de azúcar y agua destilada); modificando así también la transmisión. El sensor es capaz de medir concentraciones bajas ($>=1$ gm/100 ml) y altas (<1 gm=100 ml) de soluciones de azúcar. Por estudios previos se determina que la transmitancia disminuye a medida que aumenta la concentración de masa. Sin embargo, el decaimiento es más rápido para la baja concentración, mientras que el decaimiento es más lento para las concentraciones más altas. El sensor se calibra a 733 nm (alrededor del rojo) donde se probó previamente que la respuesta del interferómetro arroja mayores variaciones de transmisiones para las distintas soluciones. La estimación del índice de refracción fue posible mediante la correlación de la función de transmitancia (calculada ajustando los datos experimentales) con un modelo de índice de refracción lineal.

Óptica - LXV-005696

11:00-13:00 Medición de tensión superficial calculando ángulo de contacto y volumen utilizando la imagen de una gota de agua

*Cornelio Alvarez Herrera (calvarez@uach.mx), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

En este trabajo se calcula la tensión superficial con la captura de una imagen de una gota de agua. Se utilizó una webcam para la captura de video para obtener una imagen en la cual, la gota adquiere el máximo tamaño en que el peso y la tensión superficial se igualan al momento en que la gota se encuentra a punto de desprenderse. Con la imagen de la gota se obtiene el ángulo de contacto de la tensión superficial trazando dos líneas y se obtiene también la forma de la gota para calcular el volumen de esta. Con el uso del volumen y la densidad se calcula la masa para calcular el peso utilizando la fuerza de gravedad. Se calcula la tensión superficial utilizando la igualdad de esta con el peso de la gota.

Óptica - LXV-005710

11:00-13:00 Errores por desalineación de una superficie esférica. Alejandro Cornejo Rodríguez (acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

María Elizabeth Percino Zacarías (epercino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Fermín Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

*Diana Castán-Ricaño (diana.ncr@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

La deflectometría se usa para medir la calidad de las superficies ópticas, mediante el uso de un seleccionador de rayos incidentes en la lente bajo prueba. Estos rayos incidentes se eligen en una configuración nula, es decir, en el plano de detección los puntos medidos se distribuirán en una configuración uniforme. Los rayos al pasar a través del sistema, en un plano de detección perpendicular al eje óptico y por medio de un trazo exacto de rayos, se determinan los vectores normales en cada punto de la superficie bajo prueba. A partir de las imperfecciones de la superficie, se analiza si la superficie es la reportada, o se evalúan las discrepancias entre ambas. En este trabajo se presentan las simulaciones y resultados experimentales para una lente esférica, considerando un frente de onda esférico propagándose a lo largo del eje óptico e incide en el seleccionador de rayos que se coloca en una posición arbitraria, y mediante el proceso de refracción llega a un plano de detección colocado a una distancia fija, esperando un arreglo de puntos uniformemente distribuido. Así como las distribuciones de puntos si la lente esférica no se encuentra en su posición de diseño para el seleccionador de rayos.

Óptica - LXV-005720

11:00-13:00 Alineador óptico aplicado a un interferómetro de Michelson de fibra óptica Juan Carlos Ruíz Mendoza (juan.ruizmn@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Romeo De Jesús Selvas Aguilar (romeo.selvasag@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Daniel Toral Acosta (toralacostadaniel@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Manuel García Méndez (manuel.garciamnd@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Kenneth Martín Rodríguez García (kenneth.rodriguezgrc@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Leonardo Jahir Arévalo Bautista (leonardo.arevalobt@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

**Sheila Elvira Bazavilvazo Azua (sheilaazua@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Al emplear láseres, el principal obstáculo es la alineación en libre espacio. Por ende, se busca reducir a un solo eje con la implementación de un dispositivo llamado capilar. El diseño experimental consiste en estudiar un interferómetro de Michelson; una señal de láser de 633 nm recolectada por un colimador y dirigida hacia un acoplador (2x2) de fibra óptica cuyo divisor de haz es 50/50. La separación a dos brazos del acoplador tiene la señal de referencia y la de muestreo. El brazo de referencia se le prepara con un buen corte, y tener así la reflexión de Fresnel. A su vez el otro brazo se introduce en el capilar y por el otro extremo se coloca frente a frente una terminal de fibra, la cual está recubierta de una película delgada de aluminio (por medio de pulverización catódica). Con esta implementación se obtiene una reflexión dependiente de la separación entre las fibras. Este estudio permite el sensado de tal separación, la cual se controla a través de un motor paso a paso para tener alta precisión en cada movimiento. Agradecemos el apoyo por parte de Edmund Optics, proyecto 001.

Óptica - LXV-005775

11:00-13:00 Relación entre Interferencia constructiva, red de difracción y color de las alas de las mariposas *María Magdalena Mendez Gonzalez (mmen07@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Maritza Callejas Cortes (mmen07@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Se muestra la relación entre los fenómenos de interferencia constructiva, red de difracción y el color de las alas de las mariposas. Cuando la luz incide en las escamas de las alas de las mariposas, los diminutos surcos que forman reflejan solo algunas longitudes de onda de luz visible y otras longitudes de onda se cancelan, por lo que su color se debe a la interferencia constructiva y la geometría interna de las escamas determina actúa como una red de difracción que separa la luz blanca.

Óptica - LXV-005844

11:00-13:00 Un enfoque de modos acoplados para el estudio de aplicaciones en sensores ópticos *Víctor Barrera Figueroa (vbarreraf@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Angel Omar De Luna Gallardo (dgao@outlook.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

El presente trabajo propone el estudio de la propagación de ondas en una microfibras óptica con recubrimiento metálico, para una posible aplicación en sensores ópticos. La propagación de las ondas es descrita por un sistema de ecuaciones diferenciales acopladas en función de las am-

plitudes de los modos al interior de la guía de onda. Asumiendo una propagación armónica en la dirección longitudinal, el sistema de ecuaciones diferenciales se reduce a un sistema de ecuaciones lineales descrita por una matriz de coeficientes. Esto permite determinar las amplitudes de los modos a través de métodos numéricos estándar. Una vez que los modos característicos son computados, es posible calcular la distribución de intensidad de campo transversal, así como el índice de refracción efectivo para la estructura propuesta.

Óptica - LXV-005953

11:00-13:00 Comportamiento óptico de láminas comestibles de imitación oro *María Magdalena Méndez-González (mmen07@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional;*

**Elton Everardo Díaz Figueroa (mmen07@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Mediante patrones de difracción, se analiza el comportamiento óptico de láminas comestibles de imitación de oro ampliamente utilizadas en la industria gastronómica internacional. A diferencia del hierro o el calcio, el oro no es un elemento esencial en la dieta de los seres humanos; sin embargo, el consumo de este metal utilizado como atractivo visual en la comida se remonta a los antiguos egipcios. Hoy en día, por la demanda surgida como consecuencia de la difusión masiva por las redes sociales, se puede encontrar un amplio catálogo de láminas comestibles que imitan las propiedades físicas de las láminas de oro genuinas. El oro elemental es inerte y posee una muy baja solubilidad, por lo que es desechado por el organismo mediante la simple digestión. Por lo tanto, es de suma importancia conocer los elementos que están presentes en estas imitaciones para conocer en qué cantidades y frecuencia de consumo pueden llegar a ser perjudiciales para las personas.

Óptica - LXV-005984

11:00-13:00 Deflectometría schlieren y la visualización del efecto de tamaño en ondas ultrasónicas estacionarias de levitadores acústicos **Victor Ulises Lev Contreras Loera (victor@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La levitación acústica se refiere a la habilidad de atrapar y sostener, sin contacto con superficies o soportes, objetos micrométricos y milimétricos en fluidos como el aire por medio de ondas ultrasónicas. En la última década la levitación acústica ha resurgido como una herramienta de manipulación sin contacto en campos como la química analítica, la ciencia de materiales y la biología. En el caso de levitación acústica mediante ondas estacionarias, en la literatura científica es comúnmente aceptado que partículas pequeñas, comparadas con la longitud de onda, se levitan en los nodos de presión. Sin embargo, recientemente

se ha mostrado que las zonas de equilibrio estable en una onda estacionaria dependen del tamaño del objeto, permitiendo la posibilidad de levitar objetos en los antinodos de presión.

En este trabajo se presenta la técnica de deflectometría schlieren aplicada a visualizar una proyección 2D de los gradientes de densidad en aire asociados a la distribución de presión dentro de cavidades ultrasónicas uniaxiales formadas por arreglos de transductores que operan en fase. Dicha visualización del campo de presión acústica permite experimentalmente:

- 1) Optimizar la longitud de la cavidad de los levitadores acústicos para mejorar su desempeño.
- 2) Visualizar el efecto de tamaño en levitación acústica al observar esferas de poliestireno expandido levitadas en nodos y antinodos de una onda estacionaria ultrasónica dependiendo de su tamaño.

Óptica - LXV-005999

11:00-13:00 Formando imágenes con un objeto esférico opaco Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

*Marco Antonio García Márquez (*mafiscant@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; *Expositor.

Jessica Ortiz Flores (*jessoflores@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

El spot de Arago es una región brillante rodeada de anillos con distintas intensidades situada en el centro de la sombra geométrica de un objeto circular opaco iluminado con un haz que posee frentes de onda planos o esféricos. Este patrón brillante muestra la naturaleza ondulatoria de la luz pues surge de la difracción del haz en el borde de un obstáculo esférico. En virtud de este fenómeno una esfera opaca puede ser utilizada como un dispositivo formador de imágenes de la siguiente manera: se ilumina una transparencia con un frente de onda plano, la luz transmitida en cada punto de la transparencia genera su propio patrón de difracción de Arago en la región de la sombra del obstáculo esférico dando lugar a la formación de imágenes cuya calidad depende de la coherencia de la luz que se superpone para formar la imagen. En este trabajo se describe el arreglo experimental para la generación del spot de Arago usando luz con frentes de onda planos y esféricos, se presenta y analiza la distribución de intensidad en la región de sombra geométrica. Además, se muestra el arreglo para la formación de imágenes usando dos fuentes de luz; un láser He-Ne y una fuente de luz blanca y se comparan las imágenes experimentales obtenidas.

Óptica - LXV-006050

11:00-13:00 Grabación de rejillas holográficas en tiempo real en un material fotosensible Mauricio Ortiz-Gutiérrez (*mauricio.ortiz@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Edgar Alvarado-Méndez (*ealvarad@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*George Argüello-Sarmiento (*george.arguello@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Se propone un material compuesto de gelatina de pescado, gelita bloom y dicromato de potasio en el que se graban rejillas holográficas. El material se compone de 91.24% de gelatina de pescado, 5.84% de gelita bloom y 2.92% de dicromato de potasio disueltos en 0.5 ml de agua destilada, se mezclan los materiales a 30 °C durante 1 minuto, revolviéndose hasta tener una mezcla homogénea que se deposita entre dos portaobjetos separados 0.3 mm. Se analizaron diversas muestras del material exponiéndolas a un patrón de interferencia generado por la superposición de dos haces provenientes de un láser de Ar de 532 nm. Investigamos el efecto de la variación de la potencia del láser cada 10 mW en un rango de 10 a 150 mW. La eficiencia de difracción fue medida con un láser He-Ne de 633 nm y la máxima eficiencia alcanzada fue de 23.3% en el orden +1.

Óptica - LXV-006125

11:00-13:00 Sensor de Curvatura basado en un interferómetro de Michelson utilizando fibra de dispersión desplazada José Roberto Reyes Ayona (*jr.reyes@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Roberto Rojas Laguna (*rlaguna@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Julián Moisés Estudillo Ayala (*julian@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Juan Manuel Sierra Hernández (*jm.sierrahernandez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Marco Antonio Contreras Terán (*ma.contrasteran@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*Adriana Bueno Gasca (*a.buenogasca@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En este trabajo se presenta un sensor de curvatura basado en un interferómetro Michelson utilizando fibra de dispersión desplazada. El interferómetro fue implementado empalmado un segmento de fibra monomodo y un segmento de fibra de dispersión desplazada utilizando la técnica fattening. Aquí es importante mencionar que como espejo reflector se usó una oblea de silicio que actúa como interferómetro Fabry-Perot. Los resultados experimentales muestran que se obtuvo un contraste de franja de 11.9 dB y una sensibilidad a curvatura de 13.33 nm/m⁻¹. Finalmente, este interferómetro es compacto y de fácil fabricación.

Óptica - LXV-006126

11:00-13:00 **Estudio de las propiedades de polarización del segundo armónico generado por rejillas híbridas sublongitud de onda de semiconductores III-V** *Anatoly Khomenko (*akhom@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.

Elena Chaikina (*chaikina@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Cindy Johanna Valencia Caicedo (*cindyval@cicese.edu.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

El control de la luz a nanoescala por medio de rejillas dieléctricas a escala de sublongitud de onda, recientemente ha recibido una gran atención debido a los avances en el desarrollo de herramientas de fabricación, que son clave para la tecnología de semiconductores. Las nanoestructuras basadas en semiconductores de tipo III-V, cuya estructura cristalina no poseen un centro de simetría de inversión, han mostrado notables eficiencias de conversión no lineal. En particular, la alta eficiencia de generación de segundo armónico (GSA) por rejillas de GaAs-Au de sublongitud de onda profunda se mostró en [1,2], cuando el período de rejilla es 3.5 veces más corto que la longitud de onda. En el presente trabajo, se estudia numéricamente la GSA por una superficie de GaAs perfilada, con y sin presencia de nanofranjas de oro en la parte inferior de los canales. Los cálculos fueron realizados para el régimen denominado de sublongitud de onda resonante, el cual ocurre cuando el período de la rejilla es comparable con la longitud de onda de Rayleigh, $\lambda = n\Lambda$, donde n es el índice de refracción del cristal y Λ es el período de la rejilla. La eficiencia de GSA se calcula mediante el método de elementos finitos en función de la amplitud de la rejilla, el grosor de las tiras de Au, la profundidad del canal para diferentes orientaciones cristalográficas del vector de onda de la rejilla, la polarización de la luz del bombeo y tres orientaciones cristalográficas principales del sustrato [100], [110] y [111]. Nuestros resultados predicen la eficiencia GSA extremadamente alta por las rejillas híbridas de metal-dieléctrico, que junto con el control sobre la polarización de segundo armónico, pueden constituir elementos importantes para desarrollar rejillas no lineales para la GSA.

[1] A. Krasnok, M. Timchenko, *Materials Today*, v. 21, n. 1, pp. 8-21 (2018).

[2] C. J. Valencia-Caicedo, et. al., *Results in Physics*, v. 37, 105516, (2022).

Óptica - LXV-006200

11:00-13:00 **Diseño óptico y mecánico de un objetivo para cámara termográfica IR** *Rodrigo Adrián González Cruz (*rodrigoagcz@gmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Mario Moreno Moreno (*mmoreno@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Jorge Castro Ramos (*jcastro@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

El cáncer es un término genérico que designa un amplio grupo de enfermedades que pueden afectar a cualquier parte del organismo. El empleo de la termografía como herramienta de diagnóstico del cáncer de mama ha permitido una atención temprana. Por lo que se desarrolla un sistema óptico operando en la región infrarroja del espectro electromagnético, usando lentes comerciales de Germanio y de Seleniuro de Zinc. Cuya utilidad es la detección de anomalías en la mama, para que en conjunto con otras técnicas de localización disminuyan el tiempo de detección del cáncer y lo hagan asequible.

Partículas y Campos - LXV-004464

11:00-13:00 **Determinación de la luminosidad en colisiones protón-protón a 13 TeV del año 2018 utilizando el detector HFO** Lizardo Valencia Palomo (*lizardo.valencia@unison.mx*), Universidad de Sonora;

*Vladimir Bustamante Parra (*vladimirbp92@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Para un acelerador de partículas existen dos características muy importantes. Una de ellas es la energía en el centro de masa de la colisión (ECM). Esta cantidad es la que permite que un acelerador sea capaz de producir ciertas partículas en sus colisiones. Mientras más grande sea la ECM, es más factible producir partículas más pesadas en alguna colisión. Otra propiedad de los aceleradores es la luminosidad, que nos indica la cantidad de colisiones que ocurren por unidad de tiempo y área. Una gran luminosidad indica una mayor cantidad de colisiones, lo que repercute en una gran estadística de los eventos que medimos.

El Gran Colisionador de Hadrones es el acelerador de partículas más grande del mundo. En este acelerador existen cuatro grandes experimentos, uno de ellos es el Solenoide Compacto de Muones (CMS) y que fue, junto con ATLAS, uno de los descubridores del bosón de Higgs en el 2012. En CMS existen diferentes detectores y métodos que se utilizan para mediciones de la luminosidad. Uno de ellos es el HFOC, que emplea la técnica de ocupación de celdas en el calorímetro hadrónico delantero. En este trabajo se presentarán los resultados de la luminosidad en colisiones protón-protón a 13 TeV del año 2018 utilizando el detector HFOC.

Partículas y Campos - LXV-004541

11:00-13:00 **Estudio de cambio de sabor en un modelo de tres dobletes de Higgses** Eduardo S Tututi (*eduardo.tututi@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

**Norma Tututi Guillén (1129823a@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

J. Jesús Toscano (jtoscano@fcfm.buap.mx), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla;

El Modelo Estándar (ME) es la teoría que describe a las partículas elementales y sus interacciones. En esta teoría, las masas de las partículas son generadas a través del mecanismo de Higgs, mediante el rompimiento espontáneo de la simetría. Esta ruptura se logra por medio un campo escalar complejo, conocido como doblete escalar que describe el bosón de Higgs. Sin embargo, se han considerado teorías que van más allá del ME y que extienden el sector de Higgs a más de un doblete. Al incluir más dobletes, la teoría conduce a nuevos bosones de Higgs y la alteración en la física de sabor, es decir, están dotados con grupos de simetría discretos, los cuales rompen el mínimo global del potencial de Higgs. Un modelo extendido es el de tres dobletes de Higgs, el cual incluye una variedad de grupos de simetría discretos y un nuevo tipo de simetría CP donde puede ser explícitamente conservado o violado. En este trabajo se presenta un cálculo a nivel de un lazo del decaimiento del bosón de Higgs a dos leptones con cambio de sabor, dentro del modelo de tres dobletes de Higgses.

Partículas y Campos - LXV-004576

11:00-13:00 Geant4 Application for High Energy Physics *Cecilia Uribe Estrada (ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Alberto Rivera Enríquez (alrie2000@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Geant4 (GEometry And Tracking) es una aplicación escrita en C++ y disponible para Linux, MacOS y Windows, que utiliza métodos de monte Carlo para simular el paso de partículas a través de la materia. Sus aplicaciones se encuentran principalmente en las áreas de física de altas energías, física nuclear y de aceleradores, de igual manera se suele emplear en estudios espaciales, de radiación, medicina (GATE) y en la industria.

Geant4 puede simular importantes procesos físicos que se encuentran en un rango de energías que van desde decenas de eV hasta la magnitud de TeV, estos fenómenos pueden ser electromagnéticos, ópticos, hadrónicos y de decaimiento. Por todo lo anterior esta herramienta se ha vuelto muy importante en diferentes experimentos del LHC en el CERN y en otros laboratorios de física de altas energías. En el siguiente trabajo se describirá el proceso de simulación y el uso de Geant4 en experimentos del LHC.

Partículas y Campos - LXV-004752

11:00-13:00 Characterisation of glass MRPCs *Guillermo Tejeda Muñoz (guillermo.tejeda.munoz@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cecilia Uribe Estrada (ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Liliana Michelle Ramos Regino (michelle18ramos@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

RPCs are resistive gaseous detectors consisting of two parallel plates, a negatively charged cathode and a positively charged anode, made of a high resistive material, such as glass or bakelite, and separated by a gas volume. RPCs (Resistive Plate Chambers) were conceived by R. Santonico and R. Cardarelli in 1981, later on in 1996 MRPCs (Multi-gap RPCs) were introduced by the research group led by M. C. S. Williams, they can get time resolutions of a few tens of picoseconds even in high rate conditions, which is very important for recent and future particle physics experiments.

In this work we will explain how MRPCs operate, their importance and advancements in high luminosity experiments as both high rate and time resolution detectors. Furthermore we will also present the characterisation results of some of these detectors.

Partículas y Campos - LXV-004815

11:00-13:00 Correlaciones angulares de dos partículas y $\langle p_T \rangle$ de partículas cargadas en procesos ultra periféricos con ALICE-LHC del CERN *Mario Rodríguez Cahuantzi (mario.rodriguez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Josué Martínez García (martinezgarciajosue@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El estudio de las correlaciones angulares en colisiones Pb+Pb muestra una fuerte correlación de largo alcance en $\Delta\eta$ conocida como “ridge” que es interpretada como una consecuencia del flujo hidrodinámico del medio producido que interactúa fuertemente. Un comportamiento cualitativamente similar es observado en colisiones pp y p+Pb. Sin embargo, sigue siendo cuestionable si este comportamiento podría exhibir características colectivas similares a las de un fluido como en las colisiones Pb+Pb. Es por eso que recientemente se ha buscado estudiar este comportamiento en correlaciones angulares en sistemas de colisión con estados iniciales más simples. En este sentido, los eventos ultraperiféricos resultan interesantes para el estudio de la dinámica de un sistema con energía y geometría novedosas. Además, el estudio del $\langle p_T \rangle$ aporta información sobre los mecanismos de producción de partículas que resulta beneficioso en el entendimiento de la dinámica de las colisiones. En este trabajo se realiza un estudio de las correlaciones angulares en conjunto con el estudio de $\langle p_T \rangle$ en procesos ultra periféricos con el experimento ALICE-LHC del CERN.

11:00-13:00 **Clasificación de materia oscura en el Universo a partir del portal de Higgs** *Olga Guadalupe Félix Beltrán (olga.felix@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

José Enrique Barradas Guevara (jose.barradas@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Concepción Arellano Celiz (conchoarellanoc@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Alejandra Sabed Cervantes Perdomo (alexita.298@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo se consideran los modelos en que la materia oscura (DM) del Universo sólo interactúa a través de acoplamientos con el sector de Higgs de la teoría. Se utiliza un enfoque general e independientemente del modelo en el que las partículas de DM son singletes de espín: 0, 1 y 1/2 y se considera un sector de Higgs mínimo, en primera instancia, con una sola partícula de Higgs del Modelo Estándar. Además, se analizan escenarios no mínimos en los que las partículas DM de espín 1/2 son acompañadas por leptones adicionales y se consideran singletes y dobletes escalares, el contenido de la materia también se amplía de varias formas. En todos estos escenarios, resumimos y actualizamos las limitaciones actuales y las perspectivas futuras en los colisionadores de alta energía.

Partículas y Campos - LXV-004955

11:00-13:00 **Sentividad del detector MATHUSLA, un arreglo experimental para la búsqueda de partículas de larga vida en el LHC del CERN** *Mario Rodríguez Cahuantzi (mrodriguez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Mario Armando Talamantes Johnson (mario.atj@outlook.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Massive Timing Hodoscope for Ultra-Stable neutral particles (MATHUSLA) es un detector propuesto para explorar la posible observación de partículas neutras de larga vida (LLP) que serían producidas en el LHC durante su toma de datos de alta luminosidad (HL-LHC). MATHUSLA estará formado por una capa de detectores de plástico centelleador y una de detectores gaseosos tipo RPCs. La observación de LLP en el LHC revelaría indicios de fenómenos físicos descritos por modelos teóricos más allá del modelo estándar (BSM). En este trabajo se estudia con simulaciones de Monte Carlo la sensibilidad de la geometría propuesta para MATHUSLA con diferentes tipos de partículas en diferentes rangos de energía. También se mostrará el estado actual de la propuesta y su posible contribución al área de la física de rayos cósmicos.

11:00-13:00 **Estudio de eventos de fondo con estados finales $pp \rightarrow \gamma \cancel{E}_T$, en la búsqueda de materia oscura con datos abiertos del CMS del LHC** **Felipe De Jesús Martínez Tapia (felipe.martinezta@udlap.mx), Universidad de la Américas Puebla; *Expositor.*

María Isabel Pedraza Morales (isabel.pedraza@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

En este trabajo se identifican las características de los eventos de fondo en la búsqueda de materia oscura propuestos por modelos de materia oscura simplificados que tienen estados finales $\gamma \cancel{E}_T$ y que pueden ser producidos por colisiones protón-protón. Se presentan las variables dinámicas de los diferentes eventos de fondo haciendo uso del programa MadGraph5_aMC@NLO para la simulación de estos procesos al igual que del proceso de materia oscura, lo que nos permitirá diferenciar eficientemente a los eventos provenientes de la señal de materia oscura de aquellos originados por los procesos de fondo. Finalmente se identifican los cortes de las variables dinámicas que maximizan la razón señal- eventos de fondo, que serán comparados con los resultados obtenidos por la colaboración CMS del LHC, finalizando con la aplicación de estos cortes a datos abiertos del CMS.

Partículas y Campos - LXV-005356

11:00-13:00 **Resolución temporal de detectores de plástico centelleador acoplados a tubos fotomultiplicadores y SiPM** *Mario Rodríguez Cahuantzi (mario.rodriguez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma De Puebla;*

Emigdio Jiménez Domínguez (emigdio.jimenezd@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma De Puebla;

Guillermo Tejeda Muñoz (gtejeda@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma De Puebla;

**Jose Carlos Tornez Membrilla (jose.tornezm@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma De Puebla; *Expositor.*

El desarrollo de detectores de partículas es de gran importancia para las áreas experimentales de física de altas energías y astro partículas. Las nuevas condiciones experimentales de los aceleradores como el LHC o NICA requieren de detectores con una excelente resolución temporal para el monitoreo de haces de partículas y la generación de señales de disparo. En este trabajo se reporta la comparación de la resolución temporal de un detector de plástico centelleador acoplado a un tubo fotomultiplicador respecto a la de uno acoplado a un SiPM. La instrumentación utilizada es análoga a la implementada en experimentos de colisionadores como ALICE-LHC del CERN.

Partículas y Campos - LXV-005461

11:00-13:00 El experimento LEMMA y la producción de muones Jonathan Reyes Pérez (*reyesperez2004@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Olga Guadalupe Félix Beltrán (*olga.felix@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Luz Adriana Cordero Cid (*adriana.cordero@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

José Enrique Barradas Guevara (*jose.barradas@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*María Del Rocío Aparicio Méndez (*mariadelrocio.aparicio@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se presenta el estudio de la producción de muones a partir de la aniquilación electrón-positrón, en el marco del Modelo Estándar y del experimento propuesto LEMMA (Low Emittance MuonS Accelerator). El cálculo $\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$ se realiza usando el formalismo de helicidades. Con esto se evidencia la eficacia de dicho formalismo.

Partículas y Campos - LXV-005647

11:00-13:00 Escala de neutrinos en un modelo con textura universal y masas de Majorana. Lao Tsé López Lozano (*lao_lopez@uaeh.edu.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Selim Gómez Ávila (*selim_gomez@uaeh.edu.mx*), Universidad de Guanajuato;

*Jonathan Abel Hernández Acosta (*he377995@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

Un hecho notable del sector de neutrinos, es la posibilidad de tener dos contribuciones a su masa como es una descripción de Majorana y otra de Dirac. Por otro lado, para quarks y leptones cargados, es posible encontrar parámetros invariantes aproximados dependientes de las razones de las masas con la masa del fermión más pesado de cada sector. Dichas invariancias podrían representar límites a bajas energías de simetrías de sabor a escalas energéticas superiores. En este trabajo se muestra cómo usando el concepto UTC (Universal Texture Constraint) y las correcciones provenientes de las contribuciones de Majorana a las masas de los neutrinos, puede establecerse una relación entre los parámetros de otros sectores del SM con el de neutrinos para hacer predicciones de la escala absoluta de la masa del neutrino más pesado suponiendo ordenamiento normal.

Partículas y Campos - LXV-005723

11:00-13:00 FENOMENOLOGÍA DE LA DISPERSIÓN NEUTRINO-ELECTRÓN EN PRESENCIA DE MOMENTO MAGNÉTICO DEL NEUTRINO Estela Alejandra Garcés García (*estela.garces@cuautilan.unam.mx*), FESC UNAM;

*Manuel Jesús Carvajal Escalera (*manuel.carvajal.escalera@gmail.com*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

Los neutrinos son las partículas más ligeras y más abundantes descritas por el modelo estándar. Una vez establecido el mecanismo de oscilaciones de neutrinos sabemos que tienen masa distinta de cero.

En muchas extensiones del Modelo Estándar, los neutrinos adquieren propiedades electromagnéticas no triviales, permitiendo interacciones con campos electromagnéticos y otras partículas. Estas propiedades pueden además diferenciar entre neutrinos de Dirac y de Majorana.

En este trabajo estudiamos la sección eficaz de dispersión neutrino(antineutrino) - electrón en el modelo estándar y su modificación al tomar en cuenta el momento magnético efectivo del neutrino. Consideramos una fuente radioactiva de cromo-51 que emite neutrinos del electrón, así como antineutrinos del electrón provenientes de un reactor nuclear.

Partículas y Campos - LXV-005948

11:00-13:00 Construcción de una Red Neuronal Totalmente Conectada (FCNN) para la identificación de Jets provenientes de un quark Top (Top Tagging) José Daniel Gaytán Villarreal (*daniel.gaytanv@gmail.com*), Universidad de Sonora;

*Irving Adrián Prieto Gómez (*irving_adrian07@hotmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Dupret Alberto Santana Bejarano (*dupret.santana@unison.mx*), Universidad de Sonora;

En la física de partículas, la identificación de quarks Top ha sido siempre un problema experimental recurrente, debido a que son partículas muy masivas y con un sumamente corto tiempo de vida, por lo que su detección suele hacerse mediante la reconstrucción de su decaimiento hadrónico, es decir, de la detección de jets de partículas resultantes de SU proceso de hadronización. Existen numerosos métodos experimentales para realizar esta detección, así como métodos computacionales, siendo uno de ellos el punto central de este trabajo: la elaboración de un Algoritmo de Aprendizaje Automático o Machine Learning (ML), una Red Neuronal Totalmente Conectada (FCNN), que sea capaz de identificar si un jet de partículas proviene o no de un quark Top.

Rayos Cósmicos - LXV-004986

11:00-13:00 Uso de Redes Neuronales para el estudio de Rayos Cósmicos Humberto Salazar Ibarquén

(*humberto.salazar@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Enrique Varela Carlos (*enrique.varela@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Fernando Mendez Alonso (*fernando.mendezalon@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Reportamos los resultados preliminares del uso de redes neuronales para estudiar la composición másica de rayos cósmicos de energías arriba de los 10^{17} eV. Este estudio se implementa mediante el entrenamiento de redes neuronales utilizando chubascos de partículas (Extensice Air Showers) simuladas con diferentes modelos hadrónicos, se simulan al menos 2 tipos de partículas Protones y Hierro. Usamos el paquete Montecarlo CONEX para simular una gran cantidad de estos rayos cósmicos, estas simulaciones proporcionan el máximo desarrollo de la lluvia en la profundidad atmosférica llamada (X_{max}) parámetro sensible a la composición de los rayos cósmicos primarios.

Rayos Cósmicos - LXV-005562

11:00-13:00 **Construcción y caracterización con muones atmosféricos de un detector gaseoso tipo RPC** Guillermo Tejeda Muñoz (*gtejeda@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Dalila Varela Solis (*dalila.varelas@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Mario Rodríguez Cahuantzi (*mario.rodriguez@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Guadalupe Joselin Martínez García (*guadalupe.martinezg@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Emigdio Jiménez Domínguez (*emigdio.jimenezd@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Los detectores gaseosos como las RPC son ampliamente utilizados en experimentos de altas energías y astro partículas. Se utilizan principalmente como sistemas de disparo e identificación de partículas aprovechando la excelente resolución temporal que alcanzan. En este trabajo se reportará la construcción de un detector tipo RPC creado en el laboratorio de partículas de la FCFM-BUAP. Se reportará su eficiencia y resolución temporal utilizando un telescopio de muones atmosféricos. Se discutirán los alcances de este proyecto para experimentos de rayos cósmicos y de colisionadores.

Rayos Cósmicos - LXV-005822

11:00-13:00 **Toma de datos del Detector de Fluorescencia (FD) del Observatorio de rayos cósmicos Pierre Auger, desde el CIEC-BUAP** Oscar Martí-

nez Bravo (*moscar70@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Humberto Salazar Ibarquén (*humberto.salazar@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Enrique Varela Carlos (*enrique.varela@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Jesus Tolentino Ramírez (*jesus.tolentino@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Expositor.

Presentamos el estado de la actualización de un Cuarto de Monitoreo y toma de Datos de forma remota del Detector de Fluorescencia (DF) del Observatorio de rayos cósmicos Pierre Auger (OPA), este observatorio se encuentra en Malargue Mendoza Argentina. Se presentan las experiencias y retos para un primer acercamiento de estudiantes de física, para Operar uno de los detectores principales del OPA pero de forma remota desde el Centro Interdisciplinario de Investigación y Enseñanza de la Ciencia (CIEC-BUAP).

Sistemas no Lineales - LXV-004469

11:00-13:00 **Control y sincronización de los osciladores Duffing-van der Pol y Φ^6 -Duffing** Zharky Ali Valdes García (*0619198f@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Eduardo Salvador Tututi Hernández (*eduardo.tututi@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Ulises Uriostegui Legorreta (*uli_mat@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se estudia una configuración maestro-esclavo para obtener la sincronización entre los osciladores Duffing-van der Pol y Φ^6 -Duffing. Se estudian los sistemas cuando se utilizan acoplamientos disipativos y uno que combina los acoplamientos elástico y disipativo. Analizamos los parámetros de acoplamiento mediante las funciones de error variando el parámetro para encontrar el rango donde se logra la sincronización entre los osciladores. Encontramos sincronización entre los osciladores para valores grandes del parámetro de acoplamiento. Nuestros resultados numéricos muestran que al utilizar un acoplamiento disipativo se logra una sincronización parcial y al implementar una combinación de los acoplamientos disipativo y elástico se logra la sincronización completa.

Sistemas no Lineales - LXV-004806

11:00-13:00 **Diagrama de Poincaré de los intervalos RR cardiacos, de una muestra de mujeres cuando realizan una prueba de esfuerzo.** Jorge Humberto Arce Rincón (*harce@ciencias.unam.mx*), Departamento

de Física Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México;

Diana Cecilia García García (*diana_garcia@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México;

*Araceli Torres Pérez (*torrespa@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El Diagrama de Poincaré es un método geométrico no lineal para analizar series de tiempo. La Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca es la variación de los intervalos RR de un electrocardiograma. Se gráfica RR_i vs RR_{i+1}, observándose una elipse de puntos a lo largo de la línea identidad sobre el plano cartesiano (Tulpo 1998). Del análisis cuantitativo del Diagrama se obtienen 2 parámetros: SD1 y SD2. El primero es proporcional a la actividad del sistema parasimpático y el segundo es inversamente proporcional a la actividad del sistema simpático. El objetivo de este trabajo es obtener los valores de SD1 y SD2 en las diferentes etapas de una prueba de esfuerzo gradual en una población de 46 mujeres mexicanas para distinguir la condición física.

Método: se formaron 5 grupos de edades: grupo 1) 15 a 19, 2) 19 a 29, 3) 30 a 39, 4) 40 a 49 y 5) 50 y más años. Las voluntarias se clasificaron como sedentarias, activas y deportistas, a partir de un cuestionario previo a las pruebas. Se les colocó un electrocardiógrafo para obtener su ECG durante la prueba de esfuerzo, que consiste en 3 fases: reposo, pedaleo en bicicleta fija y recuperación. Se obtuvieron las series de intervalos RR del ECG y se calcularon los valores de SD1 y SD2. Resultados generales: los valores SD1 y SD2, en reposo y el ejercicio, fueron más bajos para las sedentarias y más altos para las deportistas. También se observó una disminución con la edad. Conclusiones: La muestra analizada es muy heterogénea, pero aun así los valores del SD1 y SD2 permitieron distinguir la condición física entre las voluntarias. Aunque habría que matizar que el ser deportista no siempre implicara valores altos de SD1 y SD2, también influyen el índice de masa corporal y los hábitos de fumar.

Sistemas no Lineales - LXV-005063

11:00-13:00 Cadena de osciladores armónicos sustentados por un oscilador sujeto a amortiguamiento no lineal Francisco Javier Sevilla Pérez (*fjsevilla@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Rodrigo Miqueo (*rmiqueo@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se analizan los efectos de un oscilador sujeto a amortiguamiento no lineal, en la dinámica de una cadena lineal de osciladores armónicos, particularmente se estudian los efectos de dicho oscilador sobre el espectro de frecuencias de vibración colectivas.

Sistemas no Lineales - LXV-005281

11:00-13:00 ANALISIS LINEAL Y NO LINEAL DE UN MODELO DE LA ACTIVIDAD ELECTRICA CARDIACA Mario Alan Quiroz Juárez (*maqj@fata.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO;

Luis Aguirre Castillo (*lac@xanum.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD IZTAPALAPA;

*Alonso Martínez García (*cbi2152013255@izt.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD IZTAPALAPA; *Expositor.

Las enfermedades cardíacas son una de las principales causas de muerte en el mundo. Por ello, el desarrollo de dispositivos o sistemas que contribuyan a nuevos tratamientos que mejoren la calidad de vida de las personas es fundamental, y para diseñarlos es esencial comprender los mecanismos de funcionamiento del corazón. En este sentido, el modelado matemático y la simulación, como procesos que ayudan a describir el funcionamiento del corazón, han jugado un papel muy importante en el impulso de los avances en la investigación de la fisiología cardíaca. Es por esto que desde hace ya varios años se han dedicado esfuerzos por parte de la comunidad matemática en construir modelos que describen la actividad eléctrica cardíaca, en condiciones sanas y patológicas, a nivel macroscópico a través de la señal de electrocardiograma (ECG). Típicamente, estos modelos son descritos por conjuntos de ecuaciones diferenciales no lineales acopladas, que pueden ser analizados local y globalmente. Por lo anterior, en esta presentación se abordará un modelo matemático que genera señales de electrocardiograma mediante osciladores no lineales acoplados, el cual se obtuvo de la discretización espacial del modelo de reacción-difusión BVAM propuesto por Barrio en 1999. Las señales ECG se obtienen como una combinación de las variables de estos osciladores. La estabilidad del origen y los modos normales de oscilación, así como su clasificación en términos de un parámetro intrínseco del sistema también serán discutidos. Asimismo, se presentará un análisis no lineal del modelo a través del máximo exponente de Lyapunov, con el fin de mostrar los regímenes de comportamiento (periodicidad, caos, etc.) en función de un parámetro del sistema.

Sistemas no Lineales - LXV-005885

11:00-13:00 INTEGRACIÓN NUMÉRICA DE EDO'S MEDIANTE EL MÉTODO DE TAYLOR Luis Benet Fernández (*benet@icf.unam.mx*), Universidad de Basilea;

*Sealtiel Pichardo Jiménez (*sealtiel_pichardo@ciencias.unam.mx*), Prepa Oficial; *Expositor.

Natalia Baez De La Luz (*nat27314@ciencias.unam.mx*), E.N.P. 2;

Andres Ramos Arzate (*avdrns@ciencias.unam.mx*), E.N.P. 5;

La integración de EDO's con métodos numéricos ha sido una alternativa a la solución de sistemas de EDO's complicados o sin solución analítica. Integrar sistemas de EDO's numéricamente con mayor precisión que otros métodos establecidos, para su posterior aplicación en sistemas dinámicos. Después de la implementación computacional del Método de Taylor en el lenguaje de programación Julia, se obtienen aproximaciones de soluciones a EDO's. Se aplicará el método a diferentes problemas que se planteen mediante un sistema de EDO's y se espera obtener resultados más precisos (trayectorias, conservación de la energía, etc.) en comparación con otros métodos numéricos.

Sistemas no Lineales - LXV-006192

11:00-13:00 Estabilidad y caos del péndulo invertido. Ricardo Becerril Bárcenas (*ricardo.becerril@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Valeria Froylan Lazaro (*1358430g@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Cuando el pivote de un péndulo plano se mueve periódicamente de arriba hacia abajo $z(t) = A \cos \Omega t$, existen valores de la amplitud y frecuencia A y Ω para los cuales, la posición invertida del péndulo se estabiliza. Esto se ha comprobado teóricamente y experimentalmente [1]. En este trabajo, exploramos la estabilización del péndulo invertido cuando el pivote se mueve siguiendo trayectorias elípticas (con diferentes excentricidades), circulares y de lemniscata. Se construyen potenciales efectivos que proveen de una justificación (limitada) de la estabilidad de la posición invertida, eso se realiza siguiendo el método de Kapitza [2]. Con el cálculo numérico de los exponentes de Lyapunov, exploramos la posible aparición de caos de los casos en estudio y las correspondientes cuencas de atracción.

[1] The "not quite" inverted pendulum. S. R. Bishop and D. J. Sudor. International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 9, No. 1 (1999) 273-285

[2] Collected Papers by P. L. Kapitza, ed. Ter Haar, D., Vol. 2 (Pergamon, London)

Otro - LXV-004477

11:00-13:00 Análisis de Una Placa Entre Dos Sólidos a través del Estudio ultrasónico de Características Mecánicas Interfaciales Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*jarandas@umich.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN; Arturo Baltazar Herrejón (*jarandas@umich.mx*), Ohio State University;

*Jorge Isidro Aranda Sánchez (*jarandas@umich.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;

*Expositor.

Las características mecánicas interfaciales entre cuerpos sólidos en contacto se pueden estudiar usando ondas ultrasónicas guiadas. Se usó un sistema experimental formado por dos barras sólidas de aluminio (58 mm de diámetro) cargadas axialmente contra una placa delgada de aluminio, para controlar la rigidez interfacial de contacto. La carga que se aplicó axialmente varió desde 0 MPa a 30 MPa. Se estudió tanto teórica como experimentalmente el efecto que tenía el aumentar o disminuir la carga aplicada. Se observó que la atenuación induce la conversión del modo de vibración estudiado S0. Se determinó la atenuación como función de las condiciones interfaciales usando el método de la matriz de rigidez.

Otro - LXV-004587

11:00-13:00 Propiedades mecánicas de espermatozoides de erizo de mar Echinometra vanbrunti Jesús Antonio González Espinoza (*jesus.gonzalez23@gmail.com*), Universidad de Sonora;

Lizardo Valencia Palomo (*lizardo.valencia@unison.mx*), Universidad de Sonora;

Amir Maldonado Arce (*amir.maldonado@unison.mx*), Universidad de Sonora;

Ana Gloria Villalba Villalba (*villalba13@gmail.com*), Universidad de Sonora;

*Ángel Fernando García Nuñez (*a218207155@unison.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Cierto tipo de células presentan movilidad propia y constituyen un caso interesante de estudio de materia activa. Un ejemplo son los espermatozoides que poseen flagelo que les permite llegar al óvulo para fecundarlo. Estas células se propulsan haciendo girar sus flagelos de forma helicoidal (1.5 ciclos por segundo). En este trabajo estudiamos experimentalmente el movimiento colectivo e individual de espermatozoides de erizo de mar (*E. vanbrunti*) como células modelo. Además, se compara con el movimiento browniano de partículas (experimentales y computacionales). Las trayectorias experimentales individuales fueron seguidas por videomicroscopía utilizando el programa Tracker; mientras que las trayectorias computacionales fueron obtenidas por un código base de dinámica browniana. De estos se determinaron propiedades como: velocidad promedio, frecuencia, ángulo de vueltas, etc.

Otro - LXV-004597

11:00-13:00 Figuras generadas por vectores propios en una línea de transmisión dinámica José Ramon Aviña Ortiz (*jr.avina.ortiz@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Universidad de Guanajuato.;

Daniel Alejandro Ramos González (*da.ramos.gonzalez@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Universidad de Guanajuato.;

Roberto Rojas Laguna (*rlaguna@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Universidad de Guanajuato.;

Juan Manuel Sierra Hernández (*jm.sierrahernandez@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Universidad de Guanajuato.;

Julian Moisés Estudillo Ayala (*julian@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Universidad de Guanajuato.;

José Roberto Reyes Ayona (*jr.reyes@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Universidad de Guanajuato.;

*Francisco Javier González Martínez (*fj.gonzalez.martinez@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Universidad de Guanajuato.;

*Expositor.
Se presenta una línea de transmisión que cambia el tiempo. En esta línea de transmisión su capacitancia asociada se modula en el tiempo. Esta periodicidad temporal genera brechas de avance de fase y periodicidad de frecuencia, a diferencia de las líneas de transmisión convencionales. Los vectores propios asociados de esta línea de transmisión se presentan en función de la frecuencia, formando figuras distintivas que son continuas en frecuencia y muestran una simetría uniforme. Obteniendo los vectores propios de una línea de transmisión dinámica (DTL), continuos en frecuencia y con brecha en sus valores reales e imaginarios.

Otro - LXV-004598

11:00-13:00 Desarrollo de un Biosensor de Radio Frecuencia para la Caracterización de Materiales Orgánicos Francisco Javier Gonzalez Martinez (*fj.gonzalez.martinez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato, Division de ingenierias , Campus Irapuato-Salamanca;

Daniel Alejandro Ramos Gonzalez (*da.ramos.gonzalez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato, Division de ingenierias , Campus Irapuato-Salamanca;

Roberto Rojas Laguna (*rlaguna@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato, Division de ingenierias , Campus Irapuato-Salamanca;

Juan Manuel Sierra Hernandez (*jm.sierrahernandez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato, Division de ingenierias , Campus Irapuato-Salamanca;

Julian Moises Estudillo Ayala (*julian@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato, Division de ingenierias , Campus Irapuato-Salamanca;

Jose Roberto Reyes Ayona (*jr.reyes@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato, Division de ingenierias , Campus Irapuato-Salamanca;

*Jose Ramon Aviña Ortiz (*jr.avinaortiz@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato, Division de ingenierias , Campus Irapuato-Salamanca; *Expositor.

Se desarrollo estructuras resonantes fabricadas con la técnica de microcintas para el cálculo de la permitividad efectiva en distintos tipos de granos, se fabricaron resonadores de anillo y resonadores rectangulares se aplicó un barrido de frecuencia 600MHz-1800MHz a un contenedor con diferentes volumen y granos, mediante simulación se obtuvo la permitividad del material con los datos obtenidos de su frecuencia de resonancia para posteriormente calcular la permitividad efectiva con los datos obtenidos de las pruebas y simulación.

Otro - LXV-004610

11:00-13:00 Análisis del Comportamiento de un Dipolo Dentro de una Cuña de Placas Conductoras Semi-Infinitas Aterrizadas Usando El Mapeo Conforme Cassandra Valverde Romero (*a343383@uach.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Chihuahua; *Erick Omar Veleta Bustillos (*erick122700@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Chihuahua; *Expositor.

Daniel Espinobarro Velázquez (*despinobarro@uach.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Chihuahua;

Se resolvieron las ecuaciones para el potencial y campo electrostático de un arreglo dipolar centrado en la apertura de una cuña conductora semi-infinita con un potencial fijo $V = 0$, por medio de la ley Coulomb y aproximación por desarrollo binomial, se usó la transformación $\omega = z^n$ para lograr aplicar el método de imágenes al problema, logrando obtener una descripción del potencial y campo eléctrico para cualquier ángulo de apertura arbitrario θ .

Otro - LXV-004773

11:00-13:00 Breve análisis de la historia y aplicaciones de las leyes de Maxwell en el mundo moderno Alejandro García Torres (*rophten@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Christopher Abrek Guerrero Alfaro (*christopher.guerreroalfr@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Ruben Omar Esquivias Salazar (*ruben.esquiviaszr@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Antonio Ruiz Aldana (*gerardo.ton.ruiz@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Alexis Noe Mora Leyva (*ley.noe6@outlook.es*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Jonathan Raymundo Torres Cardenas (*tjonathan444@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

El estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos (que hoy sabemos, son las dos caras de una misma moneda), lle-

va acompañando a los humanos desde hace miles de años. Las primeras explicaciones de estos fenómenos datan de la antigua Grecia.

A través de los siglos se dieron avances en la electricidad y el magnetismo, pero quien se encargaría finalmente de unificar todas estas ideas fue James Maxwell (1831-1879), quien tradujo todas las ideas que se tenían a un lenguaje matemático preciso, y en su monumental tratado que se publicó en 1873 expuso todo lo hasta entonces conocido en la materia. Maxwell derivó cuatro ecuaciones que resumen todas las investigaciones hechas por sus predecesores y que han servido como base a todo el desarrollo tecnológico en este campo, estas ecuaciones se conocen como las leyes de Maxwell.

En el presente trabajo se desarrollarán cada una de estas leyes individualmente en su forma diferencial e integral, se trata su significado físico y matemático, así como algunas de sus aplicaciones en el mundo moderno, tales como las telecomunicaciones, trenes de levitación magnética, entre otros.

Otro - LXV-004896

11:00-13:00 **Cambio continuo controlado del acoplamiento en resonadores de eléctrico a magnético.** Julian M. Estudillo Ayala (*julian@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Edgar Reyes Ayona (*eayona@gmail.com*), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato IPN;

José Ramon Aviña Ortiz (*jr.avinaortiz@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*José Roberto Reyes Ayona (*jr.reyes@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En resonadores de microondas los acoplamientos eléctricos y magnéticos producen resonancias que tienen diferentes fases en la región de frecuencia que se encuentra entre las resonancias. El acoplamiento magnético produce una fase positiva mientras que el eléctrico una fase negativa. Las amplitudes pudieran ser iguales si ambos acoplamientos tienen la misma intensidad, pero es común que alguno de los acoplamientos sea dominante. En este trabajo se presentan resonadores que pueden proporcionar ambos acoplamientos y las implicaciones presentes en la transmisión cuando el acoplamiento se controla para cambiar de eléctrico a magnético.

Otro - LXV-005210

11:00-13:00 **SIMULACIÓN NUMÉRICA DE ABANICOS EN TAPAS DE GUITARRAS** Eduardo S. Tututi Hernandez (*eduardo.tututi@umich.mx*), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO;

Abel Gracia Lopez (*abel_garcialopez@hotmail.com*), otro;

*Irma Rangel Recio (*0514969e@umich.mx*), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Expositor.

En este trabajo se presenta un análisis vibratorio de tipo numérico y experimental sobre tapas de guitarras con diferentes diseños de abanicos. Nos interesa plantear las ecuaciones de movimiento para las vibraciones en una placa con la geometría de la guitarra, conocer a detalle el proceso de construcción de este instrumento así como identificar las variables cuantitativas que determinarán si el sonido de una guitarra es bueno o malo. Presentamos además la arquitectura de Abel Garcia como una propuesta viable de abanico que elimina el problema de afinación presente en la guitarra clásica tradicional conocido como notas lobo.

La mayoría de estudios rigurosos que se han realizado en tapas y guitarras completas emplean un abanico tradicional de Antonio de Torres o alguna variante de este mismo. En el mundo de la guitarrería es Antonio de Torres quien propone el uso de baretaje y sus diseños siguen siendo vigentes, sin embargo los guitarreros buscan mejorar las cualidades sonoras de la guitarra clásica como la afinación y potencia creando así sus propios diseños de abanicos.

El abanico esta formado por un conjunto de barras de madera (barras armónicas) adheridas a la tapa. Los constructores de guitarras moldean las barras y las ubican de forma empírica para obtener cierto sonido en la guitarra, existen una infinidad de posibles configuraciones de abanicos

Nuestro análisis se centra en analizar el abanico como un elemento ecualizador, donde la cantidad de barras delimitan regiones de mayor flexibilidad sobre la tapa en las que se generan zonas de máxima y nula deformación. Un abanico funciona equivalente a los filtros electroacústicos, cada barra recibe mayormente las vibraciones que viajan al hilo de la madera en la tapa, de tal forma que interfieren en la propagación de estas vibraciones ya sea reflejando algunas frecuencias, transmitiendo o disipando otras. Decidimos analizar guitarras clásicas con excelente calidad sonora, tal es el caso de las guitarras creada

Otro - LXV-005542

11:00-13:00 **USO DE TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS PAR ANALIZAR EL EFECTO DE LOS INCENDIOS SOBRE AREAS DE CULTIVO EN LOCALIDADES DE LOS MUNICIPIOS DE PÁTZCUARO Y PARACHO MICHOACÁN** Alicia Campos Hernández (*acampos@itspa.edu.mx*), Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro; Yunuen Vidal Sánchez (*dulc411@yahoo.com*), Instituto Tecnológico Superior Purhépecha;

*Gabriel Arroyo Correa (garroyo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo; *Expositor.

En la actualidad es innegable el impacto de la actividad humana sobre la contaminación de los suelos. Esta contaminación proviene de muchas fuentes, entre ellas los incendios naturales y provocados. En las regiones rurales de nuestro país es una práctica muy común la quema de pastizales al término de los ciclos de cultivo agrícola. Sin embargo, en muchos casos estas quemadas se salen de control y provocan incendios en otras zonas que pueden alterar la sanidad del suelo. En el caso específico del estado de Michoacán esta problemática se ha agudizado en años recientes por las prácticas ilegales, vía incendios provocados, para el cambio del uso de suelo. En este trabajo se utilizan técnicas no destructivas para medir algunas propiedades físicas de muestras de suelos cultivables y siniestrados por fuego, recolectadas en dos localidades situadas en los municipios de Pátzcuaro y de Paracho, en el estado de Michoacán. Estas técnicas son similares a las que se usan en los estudios para la calidad del agua [1]. Las muestras de suelo son diluidas en agua pura en proporciones específicas. Los parámetros medidos incluyen las frecuencias de resonancia inducidas por impulsos acústicos a 10 KHz, la conductividad eléctrica, las propiedades colorimétricas y la generación de CO₂. Los resultados obtenidos muestran diferencias específicas entre las muestras siniestradas y no siniestradas. También se observa una similitud en algunas de las propiedades medidas (conductividad eléctrica y generación de CO₂) en las muestras de las tierras cultivables, lo que explica en cierta medida la buena fertilidad del suelo para cultivo en estas regiones de Michoacán.

1. A.-C. Schulz, et. al. "Acoustic and optical methods to infer water transparency at Time Series Station Spiekerrog, Wadden Sea", *Ocean Sci.*, (2016), 12, p. 1155–1163.

Otro - LXV-005734

11:00-13:00 **Comportamiento mental y sensorial por BCI empleando diadema Epoc+** *Higinio Juárez Rios* (hijuarez@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional UPIIG;

José Miguel García Guzmán (jose.gg@irapuato.tecnm.mx), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato;

**Miroslava Cano Lara* (miroslava.cl@irapuato.tecnm.mx), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; *Expositor.

El potencial tecnológico que tiene un dispositivo electrónico capaz de leer señales emitidas por el cerebro cuando analiza, piensa y ejecuta una acción son de gran importancia tanto para la medicina como para la ingeniería. Es posible realizar estudios médicos con las señales electroencefalograficas (EEG) que son adquiridas con una diadema Emotiv Epoc +, donde se puede comprender y evaluar el comportamiento de un paciente en sus señales bioeléctricas como respuesta de una alegría, tristeza, sueño, concen-

tración, preocupación, etc. Pero también es posible aplicar el uso de la diadema en el área de ingeniería con una interfaz cerebro maquina (BCI) y la disposición de 3 modos de trabajo, que ofrece la diadema Epoc + : el primero es el modulo sensorial de giroscopio para identificar los movimientos traslacionales y rotacionales, el segundo es el reconocimiento de las expresiones faciales donde se adquieren los gestos de la persona y finalmente la interfaz BCI que muestra un proceso de inducción, detección, caracterización y clasificación de un estado emocional en una persona que observa imágenes o videos de diversos escenarios reales. Estos modos de trabajo pueden ser identificados y empleados mediante el software de Emotiv Xavier. Particularmente las señales espectrales EEG pueden ser recuperadas y entrenadas con técnicas machine-learning, software Python y una tarjeta Raspberry Pi. Los datos de entrenamiento adquiridos de los comandos mentales pueden ser utilizados en acciones específicas como mover, subir bajar, desplazar, etc dispositivos mecatrónicos que pueden apoyar al humano en su vida cotidiana.

Otro - LXV-005968

11:00-13:00 **Diseño e implementación de una antena de parche de haz conmutado de 2.4 GHz empleando una red de matriz de Butler** *Erick Reyes-Vera* (erickreyes@itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano;

Juan Morales-Guerra (juanmorales177809@correo.itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano;

**Sebastian Montoya-Villada* (sebastianmontoya240489@correo.itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano; *Expositor.

El rápido crecimiento en el uso de redes de sensores inalámbricos ha llevado a mejoras en los sistemas de transmisión basados en antenas. Estos sistemas de comunicación inalámbricos a menudo sufren interferencias significativas que afectan la transmisión de información, incluidos los cambios ambientales, la interferencia entre canales, etc. Una solución a este problema es el uso de antenas inteligentes, las cuales permiten controlar y adaptar sus características eléctricas a las necesidades específicas de la conexión. Por ejemplo, permiten dirigir la radiación en una dirección exacta. Las antenas inteligentes consisten en un grupo de antenas que son controladas por diferentes mecanismos. Básicamente, hay dos tipos de sistemas de antenas inteligentes, sistemas de formación de haces y sistemas de matriz adaptativa. Sin embargo, las antenas de haz conmutado son más sencillas y económicas que las antenas adaptativas.

En este trabajo se presenta el estudio de una antena de parche de haz conmutado, la cual opera en una banda ISM, específicamente a 2.4 GHz. Para controlar la dirección del haz se diseñó e implementó una matriz de Butler 4x4. Esta matriz fue empleada para alimentar un arreglo lineal de cuatro antenas microcinta, las cuales, poseen un

arreglo de metamateriales en su plano tierra. El proceso de simulación del sistema de antena inteligente se llevó a cabo con CST STUDIO 2021. Los resultados numéricos revelan que la ganancia del sistema es de alrededor de 10 dB y el ancho de banda promedio es de 500 MHz. Así mismo, se han obtenido 4 lóbulos principales, cada uno en direcciones diferentes. Por último, se validó experimentalmente el rendimiento eléctrico de este sistema inteligente de beamforming y se contrastaron los resultados con lo obtenido de forma numérica, evidenciando que este sistema permite controlar la dirección de radiación y por ende, podría ser empleado en aplicaciones en las cuales es clave tener un control activo de la dirección de radiación.

Otro - LXV-006098

11:00-13:00 Cálculo de la radiación solar recibida en distintas regiones de un terreno para el posicio-

namiento óptimo de plantas. *Alba Maribel Sanchez Galvez (albadifusa@gmail.com), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla;*

Jorge Velazquez Castro (jorge.velazquezcastro@correo.buap.mx), University of Nottingham;

**Geraldine Lomeli Ponce (geraldine.lomeli@alumno.buap.mx), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; *Expositor.*

Ricardo Alvarez Sanchez (ricardo.alvarez.sanchez.14@gmail.com), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; Universidad Autonoma de Puebla;

En este trabajo calculamos la energía solar total recibida por día en distintas épocas del año para cada sección de un terreno con coordenadas geográficas dadas y con objetos que proyectan sombras, para posicionar óptimamente plantas con diferentes necesidades energéticas para la fotosíntesis, mediante el uso de Python.

Astrofísica - LXV-004647

11:00-13:00 **Formación de los elementos químicos en el universo temprano** *Aldair Hernández Cruz (aldairh396@comunidad.unam.mx), FES Cuautitlán UNAM; *Expositor.

Ricardo Gaitán Lozano (rgaitan@unam.mx), FES Cuautitlán UNAM;

Jose Halim Montes De Oca Yemha (josehalim@comunidad.unam.mx), FES Cuautitlán UNAM;

El presente trabajo busca presentar un estudio reciente de los fundamentos tanto físicos como químicos durante los procesos en los cuales se formaron los átomos más ligeros de la tabla periódica y a su vez la investigación de las simetrías implicadas en durante esta etapa en los primeros instantes de nuestro universo. En el campo de la química es un tema que se limita a estudiar sistemas simples y escalas de energía fuera del régimen del área de estudio, sin embargo, las investigaciones actuales buscan encontrar una conexión entre lo fundamental a escalas del átomo con la formación de elementos químicos. Nosotros planteamos la suposición de que una pieza clave se relaciona con la ausencia de simetría entre la materia y la antimateria en nuestro universo actual. Esto motiva a estudiar simetrías en un universo temprano y la causa por la cual no están presentes actualmente.

Astrofísica - LXV-004765

11:00-13:00 **Un modelo de fuerza entrópica de Fokker-Planck para el problema de rotación de galaxias** Isaac Ramírez-Baca (pedro.ramirez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Vicente Morales-Salgado (vmorales@fis.cinvestav.mx), Centro de Estudios de Derecho e Investigaciones Parlamentarias; *Expositor.

Humberto Martínez-Huerta (humberto.martinezhuerta@udem.edu), Universidad de Monterrey;

Investigamos la posible naturaleza entrópica de la fuerza responsable de la discrepancia entre las curvas de rotación galácticas observadas y las esperadas a partir de la distribución de la materia visible en la galaxia. Abordamos un caso concreto derivado de una solución simple de la ecuación de Fokker-Planck y utilizamos la base de datos Spitzer Photometry and Accurate Rotation Curves (SPARC) para estudiar la idoneidad del modelo propuesto. Los resultados muestran una mayor compatibilidad entre las observaciones y el modelo aquí propuesto en comparación con el popular perfil de materia oscura NFW. Además, mostramos que existen correlaciones entre uno

de los parámetros del modelo propuesto con propiedades de las galaxias.

Astrofísica - LXV-004958

11:00-13:00 **Análisis de las curvas de luz de asteroides binarios** José Ramón Valdés (jvaldes@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Raúl Mújica García (rmujica@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Jonatan Michimani García (michimani@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Abraham Luna Castellanos (aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

José Guichard Romero (jguich@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Guillermo Cerdán Hernández (guillermocerdanher@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Sergio Camacho Lara (sergio.camacho@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

*Kevin Ulises Martínez Vieyra (kevin.martinezvie@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Debido a las rápidas variaciones de la geometría observada, incluso durante una oposición, las observaciones fotométricas de asteroides son cruciales, ya que con un buen promedio de las geometrías se puede obtener la forma global y su estado de rotación. Aplicando el método de inversión a las curvas de luz observadas en diferentes ángulos de fase y de, al menos, dos oposiciones diferentes, se pueden obtener parámetros físicos, como la inclinación del eje de rotación, el tamaño y la forma de los asteroides. Si aplicamos el método de inversión a las curvas de luz observadas en diferentes ángulos de fase durante al menos dos oposiciones diferentes, es posible obtener parámetros físicos, como la inclinación del eje de rotación, el tamaño y la forma de los asteroides, de forma fiable. Analizando la curva de luz es posible obtener parámetros básicos como el período de rotación y la amplitud de la curva de luz.

Sin embargo, si el análisis de las curvas de luz para asteroides solos es complicado, lo es aún más en el caso de sistemas binarios ya que se requiere de múltiples observaciones y que se cumplan varias condiciones para poder obtener algunas de las propiedades de cada componente del sistema.

En este trabajo presentamos las curvas de luz, y su análisis, de los asteroides binarios 1866 Sisyphus (1972 XA) y 450894 (2008 BT18). Las observaciones se obtuvieron como parte del programa de reactivación de la histórica

Cámara Schmidt de Tonantzintla, durante marzo de 2018. Además, comparamos nuestros resultados con los hallados en la literatura, obtenidos mediante la técnica de radar.

Astrofísica - LXV-005095

11:00-13:00 Estudio de correlaciones en los flujos observados en óptico, radio y rayos gamma de Mrk 421

Maria Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM);

Joselyn Mabel Osorio Archila (jmosorio@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM);

Erick Alejandro Rangel Anita (erick_alejandro_100@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM, México;

Rodrigo Sacahui Reyes (jrsacahui@gmail.com), Instituto de Investigación en Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad San Carlos de Guatemala;

**Mitsa Marisol Castellanos Pineda (michi98cas@gmail.com), Universidad San Carlos de Guatemala; *Expositor.*

Los blazares son una subclase de núcleo galáctico activo cuyos chorros relativistas apuntan en la dirección de la Tierra, con emisión intensa y variable a lo largo de todo el espectro electromagnético. Presentan una distribución espectral de energía (SED, por sus siglas en inglés) caracterizada por dos picos, el primer pico se encuentra entre la banda de infrarojo y rayos X mientras que el segundo se encuentra en rayos gamma. La SED puede ser adecuadamente descrita mediante el modelo de Sincrotrón Comptón Autoinducido de una zona (SSC, por sus siglas en inglés) el cual predice la existencia de correlación entre emisiones a distintas frecuencias. En este trabajo presentamos un análisis de correlación para el blazar Mrk 421 en las frecuencias de radio, óptico y rayos gamma con datos del Radio Observatorio Metsähovi, el telescopio Kunliga Vetenskap Sakademien y el Fermi-LAT, respectivamente, en el periodo de 2008 al 2021. Nuestro resultado sugiere que, según el modelo SSC, la emisión de óptico y rayos gamma proviene de la misma región del chorro mientras que la emisión de radio podría provenir de diferentes zonas de emisión. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320.

Astrofísica - LXV-005153

11:00-13:00 Systematic detection and analysis of X-ray AGNs in the 1.75 Ms Ultra Narrow Deep Field (XMM175UNDF) observed by XMM-Newton

Daniel Rosa González (gdanrosa@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;

Yair Krongold Herrera (yair@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Anna Lia Longinotti (alonginotti@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Mauricio Elías Chávez (mau_584@hotmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; *Expositor.*

In this work, we present the results of a systematic search of Active Galactic Nuclei (AGNs) in one of the deepest fields observed by XMM-Newton, the XMM175UNDF. The survey consists of 13 observations taken during 2 years within a field of view of 0.241deg^2 and total exposure time of 1.75 Ms., reaching a flux limit of $4.03 \times 10^{-16} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ in the $0.2 - 2 \text{ keV}$ energy band. That makes the XMM175UNDF in one of the deepest surveys performed by XMM-Newton.

We found a total of 301 X-ray sources with completeness of 81% of optical/Infrared counterparts. We analyzed their X-ray luminosity (L_x), X-ray/optical - X-ray/IR flux ratios and the X-ray variability through the Normalized Excess Variance (σ_{rms}^2) to identify a subsample of 225 AGNs. Based on their luminosities, we classified them in Quasar, Seyfert galaxies and Low Luminous AGNs (LLAGNs). Additionally, we executed an X-ray spectra analysis of the brightest sources to test the existence of the “Iwasawa–Tanigushi effect”, a relation between iron K α Equivalent Width and their X-ray luminosity. Finally, we studied the L_x - σ_{rms}^2 and the BH mass - σ_{rms}^2 relations of our AGN sample. Our results support the idea that the Luminosity-variability relation could be generated as a byproduct of an intrinsic BH mass-variability relation.

Astrofísica - LXV-005219

11:00-13:00 Modelos hidrodinámicos de la superburbuja DEM L50 (N 186)

Aida Hortensia Nava Bencheikh (awofford@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Guillermo García Segura (ggs@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Rogelio Orozco Duarte (rorozco@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los vientos estelares producidos por estrellas masivas en un cúmulo estelar desplazan y moldean el medio interestelar circundante, formando grandes cavidades de baja densidad llamadas superburbujas. Modelos hidrodinámicos de estos objetos con frecuencia suponen que el medio donde se forman es uniforme. Esta suposición no permite que morfologías complejas puedan originarse cuando se desea modelar una superburbuja en concreto. En este trabajo analizamos diferentes configuraciones iniciales en las cuales podría originarse una superburbuja, en específico este trabajo muestra modelos para la superburbuja DEM L50 (N 186), localizada en la Gran Nube de Magallanes. En particular estudiamos la formación de esta superburbuja en los tres escenarios siguientes: i) La cavidad se

forma en un medio de densidad constante, pero el cúmulo estelar se mueve a una velocidad constante V . ii) La cavidad crece en un medio con un perfil de densidad que sigue la forma $n(r) \propto r^{-2}$ y iii) La cavidad crece dentro de una sobredensidad que emula un brazo de galaxia espiral. Encontramos que las tres configuraciones estudiadas permiten reproducir el diámetro observado del cascarón bajo estudio.

Astrofísica - LXV-005226

11:00-13:00 **Agrupamiento de galaxias polvorientas formadoras de estrellas en los censos de TolTEC en GTM.** *Itziar Aretxaga (itziar@inaoep.mx), INAOE; Alfredo Montaña Barbano (amontana@inaoep.mx), CONACYT; *Edgar Peralta Sánchez (edgarbperalta@inaoep.mx), INAOE; *Expositor.*

En este trabajo se presenta una predicción del agrupamiento de las galaxias polvorientas formadoras de estrellas (*DSFGs*) que se espera observar en los futuros censos de legado de la nueva cámara TolTEC en el observatorio GTM. Esta cámara podrá realizar mapas profundos y observar grandes áreas del cielo (e.g. de decenas de grados cuadrados) lo que permitirá constreñir con mayor precisión los parámetros que caracterizan la estructura a gran escala (*LSS*) del universo. Entender y caracterizar la *LSS* nos sirve para constreñir modelos de evolución de galaxias, así como parámetros cosmológicos. Las *DSFGs* juegan un papel importante en la evolución de la estructura del universo ya que la cola más brillante de esta población podría ser predecesora de las galaxias masivas del universo local. Para medir el agrupamiento se ha construido un código que mide la función de correlación angular sobre las posiciones de un catálogo de *DSFGs*. Esta medición se proyecta para obtener la escala física de agrupamiento, r_0 , que caracteriza la estructura a gran escala que forma esta población. Para poner a prueba las herramientas desarrolladas en este trabajo, se utiliza una versión actualizada de la simulación de *DSFGs* de Navamoreno (2019). Tomando como referencia los áreas características en los censos de legado de TolTEC, así como los límites de detección a 4σ esperados, es posible medir la evolución de r_0 en un intervalo de corrimientos al rojo de $1 \lesssim z \lesssim 5$. La estimación que se obtiene para el agrupamiento es de $6.2 \pm 0.5 \lesssim r_0[\text{Mpc}] \lesssim 15.0 \pm 1.5$ para las fuentes más débiles ($S_{1.1\mu\text{m}} > 0.1 \text{ mJy}$), y de $10.5 \pm 1.0 \lesssim r_0[\text{Mpc}] \lesssim 24.1 \pm 1.8$ para las más brillantes ($S_{1.1\mu\text{m}} > 1.0 \text{ mJy}$). Este resultado es consistente con la teoría, ya que las galaxias más brillantes corresponden a galaxias más masivas y con mayor agrupamiento.

Astrofísica - LXV-005233

11:00-13:00 **Cálculo de masas individuales de las componentes de de objetos jóvenes binarios utilizando la técnica de interferometría VLBI** *Dzib Quijano Sergio Abraham (dzib@iram.fr), Instituto Max-Planck de Radioastronomía;*

Laurent Loinard (laurent@astro.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Ordóñez Toro Norida Jazmín (jazord14@gmail.com), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El objetivo principal del proyecto es Determinar las masas dinámicas, es decir las masas individuales de objetos jóvenes binarios en las regiones de formación estelar Ofiuco, Serpens y Tauro, usando la técnica de interferometría de líneas de base muy largas y constreñir los modelos de evolución estelar temprana. Los datos utilizados para desarrollar este proyecto son observaciones que están siendo realizadas con el VLBA, dentro del proyecto Dynamical Masses of Young Stellar Multiple Systems with the VLBA (DYNAMO-VLBA), el cual tuvo aprobadas 270 horas de observaciones (divididas en 90 épocas; PI: Dr. Sergio Dzib) para monitorear 23 sistemas binarios cerrados conocidos y para medir con mayor precisión sus parámetros orbitales. Las primeras observaciones comenzaron en febrero de 2018 y finalizaron en enero de 2021 y se registran a una frecuencia central de 5.0 GHz (banda C) con un ancho de banda de 256 MHz. Actualmente hemos calculado las masas dinámicas de 5 sistemas jóvenes binarios, y realizaremos el análisis de modelos estelares de evolución estelar para estrellas de la pre-secuencia principal para comparar nuestros resultados. Las fuentes seleccionadas en las distintas regiones de formación estelar representan una muestra completa para probar exhaustivamente modelos evolutivos de sistemas estelares jóvenes.

Astrofísica - LXV-005257

11:00-13:00 **Tensión Superficial Gravitacional y sus Efectos en LISA** *Javier Fernando Chagoya Saldaña (javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*

Julio César López Domínguez (jlopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Carlos Alberto Ortiz González (ortizgca@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Emilio De Jesús Mendoza Aquino (emendoza@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

El Laser Interferometer Space Antena, LISA, será un detector de ondas gravitacionales constituido por un arreglo de tres satélites en órbita heliocéntrica en formación triangular, separadas por 2.5 millones de kilómetros, dicho sistema se mantendrá estabilizado utilizando la información de la longitud de onda de los láseres que interconectan los satélites. La estabilidad de la configuración depende de la

interpretación de la pérdida de energía de los láseres entre satélites, como un corrimiento al rojo. Entre las interpretaciones del corrimiento al rojo se contemplan efecto de dispersión electromagnética, corrimiento al rojo gravitacional, corrimiento al rojo relativista y el corrimiento al rojo Doppler; este último se interpreta como si el emisor se estuviera alejando. En el presente trabajo se propone una nueva fuente de corrimiento al rojo, el de la pérdida de energía de los fotones por interacción gravitacional con las partículas que cruzan en un medio de baja densidad. Utilizando el principio de tensión de Euler-Cauchy e incluyendo la fuerza gravitacional en la tensión superficial como hipótesis, cuantificamos la pérdida de energía de los fotones. Contemplar dicho corrimiento al rojo, ayuda a no mal interpretar la fuente del corrimiento y estabilizar el sistema de forma más eficiente.

Astrofísica - LXV-005309

11:00-13:00 Restricciones en la población de halos de TeV en la galaxia M31 *Tomás Capistrán Rojas (tcapistran@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México;*

María Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México;

**Bryan Alexis Andrés Jorge (bandres@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Recientemente se han detectado emisiones a energías de rayos gamma (TeV) en regiones extendidas con tamaños de aproximadamente 10 pc alrededor de algunos pulsares, a estas estructuras se les han llamado halos de TeV. Es importante mencionar que aún no es claro si los halos de TeV son una característica representativa de los pulsares y son responsables de una fracción importante de la emisión en rayos gamma a energías mayores de 1 TeV en la Vía Láctea. En este trabajo se buscan restricciones en la población de halos de TeV en la galaxia de Andrómeda, M31, la cual es la galaxia más cercana a la Vía Láctea. M31 comparte algunas características con la Vía Láctea, pero se diferencia principalmente por ser 2 veces más grande y presentar una menor tasa de formación estelar, por lo que, estudiar la emisión en TeV de M31 nos permite contrastar la física en galaxias similares a la nuestra. Utilizando las observaciones de M31 realizadas por el observatorio HAWC en el rango de TeV, asumiendo un espectro de halo de TeV y bajo la suposición que M31 es una galaxia del tipo Vía Láctea, se busca brindar una cota superior en la población de halos de TeV en M31. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320.

Astrofísica - LXV-005357

11:00-13:00 UV spectral characterization of quasars at $z > 1.1$ *Deborah Dultzin Kessler (deborah@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM;*

Nancy Jenaro Ballesteros (nancyjb14@ciencias.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM;

Hector Javier Ibarra Medel (hjabarram@gmail.com), Instituto de Astronomía y Ciencias Planetarias, Universidad de Atacama;

**Castalia Alenka Negrete Peñaloza (alenka@astro.unam.mx), CONACyT - Instituto de Astronomía UNAM; *Expositor.*

Type 1 quasar spectral diversity has been successfully organized in the optical range using particular features such as the strength of FeII and the profile of H β . The so-called Eigenvector 1 "main sequence" involves the FWHM of the broad component of H β (H β_{BC}), and the flux ratio of FeII and H β_{BC} . The E1 provides us with a tool that not only shows spectral trends but also gives us information on the physical conditions of the optical emitting regions, black hole masses, or accretion rates. We lack a diagram that organizes the spectral differences in the UV range. In part, although we have plenty of high z spectra, the S/N does not permit us to carefully deconvolve the most prominent lines such as CIV λ 1549 and the 1900A blend that involves the intermediate ionization lines CIII] λ 1909, SiIII] λ 1892, and AlIII] λ 1862. The 1900A blend emission lines are closely related to the physical conditions of the broad line region, including metallicity, density, and ionization parameter. In this work, we propose to use line ratios of the 1900 A blend to build a diagram to organize the SDSS-V UV spectra into a sequence.

Astrofísica - LXV-005358

11:00-13:00 Restricciones en el espacio de parámetros de ALPs con observaciones de la radiogalaxia M87 *María Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

José Rubén Alfaro Molina (ruben@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Tomás Capistrán Rojas (tcapistran@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Alvaro Yobaín Pratts Martínez (yoba_m_t@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Daniel Omar Avila Rojas (daniel_avila5@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las partículas tipo Axión (ALPs) son candidatas a materia oscura en teorías más allá del modelo estándar que se encuentran acopladas electromagnéticamente permitiendo, bajo la presencia de un campo magnético, oscilaciones fotón-ALP. Las radiogalaxias, al ser un tipo de AGN cuyo

jet relativista se encuentra desalineado respecto a la línea de visión, son fuentes de interés en el estudio de los procesos de emisión a muy altas energías. Por su naturaleza extragaláctica se espera que su emisión se vea atenuada por la interacción con la Luz de Fondo Extragaláctica (EBL) y otros campos de radiación. Dado que las ALPs no interactúan con el EBL, un posible mecanismo para evitar esta atenuación es mediante oscilaciones fotón-ALP en la misma radiogalaxia y posteriormente en nuestra Galaxia. M87 es la radiogalaxia más cercana a nosotros (16 Mpc) y una de las pocas detectadas a energías de TeV, por lo que su espectro ha sido estudiado a energías de hasta unas decenas de TeVs por múltiples observatorios. En este trabajo se explora el espacio de parámetros para la masa y la constante de acoplamiento de las ALPs a partir del espectro de emisión a muy altas energías de la radiogalaxia M87. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320.

Astrofísica - LXV-005366

11:00-13:00 **Análisis de simulaciones de los telescopios IACT compactos, HAWC's Eye, en observación estereoscópica** *María Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), UNAM;*

**Francisco Javier González Garduño (fgonzalez@astro.unam.mx), UNAM; *Expositor.*

Autores: F. González, M. M. González, J. Audehm, T. Bretz, O. Chaparro-Amaro, G. Do, R. Alfaro, J. Serna-Franco, A. Iriarte, J. Martínez-Castro, M. Martínez-Felipe, F. Maslowski, Y. Pérez, F. Rehbein, F. Tischbein, I. Torres, M. Schaufel

El Telescopio HAWC's Eye es un prototipo de Telescopio Cherenkov diseñado para detectar partículas de altas energías que se han propuesto para trabajar en arreglo de varios de ellos y observatorios de Cherenkov en agua como HAWC. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar un arreglo de 55 telescopios estilo HAWC's Eye a una altura de 4100 msnm a través de simulaciones Monte Carlo. Se simularon cascadas atmosféricas extendidas generadas por protones y rayos gamma en el rango de energía de 1 TeV a 100 TeV. El rendimiento de los telescopios trabajando de manera individual se ha reportado anteriormente [PoS(ICRC2021)765]. En este trabajo se presentan resultados de su desempeño en detecciones estereoscópicas. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320 y LNS-202102066C.

Astrofísica - LXV-005403

11:00-13:00 **LA CONECTIVIDAD EN ZONAS DE NUCLEACIÓN DE SUPERCÚMULOS DE GALAXIAS** *Esteban García Manzanarez (e.garciamanzanarez@ugto.mx), Universidad Autónoma de*

Sinaloa (México);

Johan Manuel Zúñiga (jm.zunigacollazos@ugto.mx), Universidad del Cauca (Colombia);

**César Augusto Caretta (c.augusto@ugto.mx), Observatório Nacional (Brasil); *Expositor.*

Evidencias observacionales y teóricas indican que el proceso de formación de estructuras a gran escala sigue un patrón jerárquico, con los menores sistemas fusionándose para formar los más grandes. En ese contexto, la materia oscura, el gas, las galaxias y los pequeños grupos de galaxias, formados y distribuidos inicialmente a lo largo de estructuras planas y después filamentarias, se juntan en los nudos de la telaraña cósmica formando los cúmulos de galaxias. Actualmente se habla de cúmulos pobres y cúmulos ricos de galaxias, las estructuras más grandes que ya pueden haber alcanzado un estado de virialización, pero ese proceso puede llevar a la formación de estructuras todavía mayores, que se están gestando en los 'cores' de los actuales supercúmulos de galaxias. A partir de una muestra de esas zonas de nucleación, de aproximadamente 50 supercúmulos de galaxias, hemos estudiado la conectividad de los sistemas en diferentes escalas, es decir, el proceso de acreción de galaxias y grupos de galaxias a través de los filamentos que alimentan a esos 'cores'. En este trabajo, presentaremos resultados preliminares sobre la caracterización y la evolución de esas zonas de nucleación.

Astrofísica - LXV-005531

11:00-13:00 **Evolución numérica del medio interestelar en una galaxia** *Ary Rodriguez-Gonzalez (ary@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;*

Liliana Hernández-Martínez (lilihe@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM;

Jorge Alberto Osorio Caballero (acaballero97@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;

**Malínalli Pérez-Nieto (malinallipni@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.*

En este trabajo se presenta un estudio hidrodinámico la evolución del medio interestelar de galaxias con brotes de formación estelar. Estamos considerando la formación estelar, la retroalimentación mecánica y metálica debido a los vientos de estrellas masivas y de las supernovas que se forman en cúmulos estelares masivos para estudiar la evolución metálica y dinámica del medio interestelar en galaxias con cúmulos estelares masivos. Para la inyección de vientos, nosotros estamos considerando modelos de síntesis de población estelar (i.e. SB99) para proponer tasa de inyección de masa, tasa de inyección de energía y metales inyectados como función de la edad de los cúmulos. En nuestros modelos numéricos estamos considerando una función de enfriamiento dependiente de la metalicidad, lo cual nos permite conocer con mas detalle la dinámica del medio interestelar y hacer predicciones observacionales sobre este.

11:00-13:00 **Desarrollo de un modelo tipo Geminga para la búsqueda de Halos de TeV galácticos.** *Daniel Omar Ávila Rojas (daniel_avila5@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;*

María Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Campus Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma México;

Tomás Capistrán Rojas (tcapistran@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Campus Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma México;

**María Fernanda Carreón González (mfcarreon@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Campus Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma México; *Expositor.*

Los halos de TeV son regiones de emisión extendida alrededor de un pulsar central. Se produce por dispersión de Compton inversa de partículas aceleradas en la nebulosa de viento de pulsar que viajan difusivamente fuera de la nebulosa. El descubrimiento de dichos Halos, reportado en 2017 por la colaboración HAWC, representa un avance importante tanto para la astronomía de altas energías, detección indirecta de materia oscura y la física de pulsares. Por un lado, la emisión isotrópica de los Halos representa una posible herramienta de detección de pulsares “silenciosos” cuyo jet de radiación no se orienta hacia la Tierra. Por otro lado, estos Halos representan una población aún no caracterizada de fuentes de rayos gamma que contribuyen a la emisión difusa de rayos gamma galáctica y extragaláctica. Para búsquedas de estos objetos, un modelo sencillo de Halos podría estimar su luminosidad y tamaño a partir de características del pulsar central. En este trabajo se presenta un modelo sencillo de flujo y tamaño de estos Halos partiendo del Halo del pulsar de Geminga, así como las características intrínsecas de los pulsares. Para probar este modelo, las estimaciones de flujo y tamaño se comparan con los flujos y tamaños de tres Halos y tres candidatos a Halo observados por HAWC y LHAASO. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320.

Astrofísica - LXV-005584

11:00-13:00 **Efectos del campo magnético en el control de la fracción del gas frío a distintos radios galactocéntricos.** *Adriana Gazol Patiño (a.gazol@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (UNAM);*

**Francisco Ignacio García Torres (f.garcia@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (UNAM); *Expositor.*

El gas interestelar atómico se caracteriza por tener una estructura bifásica que resulta de la presencia del modo

isobárico de la inestabilidad térmica que, a su vez, se origina por el balance entre los procesos de enfriamiento y calentamiento que operan en dicho gas.

Una de las cantidades observables en relación con este fenómeno es la fracción de masa de gas frío ($T \sim 150$ K, $n \sim 1-100$ cm⁻³). El objetivo de este trabajo es explorar si la presencia de campo magnético permite reproducir resultados observacionales recientes que parecen indicar que dicha fracción se mantiene aproximadamente constante para radios galactocéntricos de entre ~ 10 y ~ 20 kpc a pesar de la notable variación en las condiciones físicas del Medio Interestelar que ocurre entre dichos radios. Para ello se realizaron y analizaron simulaciones MHD en escalas de 250 pc, utilizando funciones de enfriamiento y condiciones iniciales adaptadas para describir las condiciones físicas del gas atómico a distintos radios galactocéntricos. Las fracciones que resultan de nuestros modelos son comparables a las obtenidas observacionalmente y, cuando se utiliza la misma temperatura máxima del gas frío, el comportamiento con el radio galactocéntrico es el esperado. Lo anterior sucede tanto en el caso en el que se utiliza el mismo valor del campo magnético inicial para todos los radios, como cuando se utilizan valores que decrecen con el radio. En este último caso, las fracciones obtenidas son más cercanas a los valores observados y la diferencia entre los valores obtenidos a radios de entre 11 y 18 kpc es menor.

Astrofísica - LXV-005674

11:00-13:00 **Modelos de transferencia radiativa del polvo alrededor de estrellas con cascarón desprendido.** *Thavisha Dharmawardena (dharmawardena@mpia.de), Max Planck Institute for Astronomy;*
Peter Scicluna (peter.scicluna@eso.org), European Southern Observatory;

Jesús Alberto Toalá Sanz (j.toala@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica - Universidad Nacional Autónoma de México;

Sundar Srinivasan (s.srinivasan@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica - Universidad Nacional Autónoma de México;

**Itzel Alejandra Velázquez Abad (i.velazquez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las estrellas de la rama asintótica de las gigantes (AGB) son uno de los principales productores de polvo en las galaxias. La tasa de producción de polvo (DRP) de una estrella AGB depende de las propiedades de la estrella central (luminosidad, temperatura, gravedad superficial, metalicidad, composición química de la fotosfera) y de las propiedades del polvo circumestelar (opacidad, geometría del cascarón, distribución espacial, distribución de tamaños/forma, composición química/mineralogía). La degeneración entre estos dos conjuntos de propiedades es difícil de resolver en estrellas AGB que están perdiendo masa

continuamente, pues el cascarón de polvo oscurece la fotosfera estelar.

Hacia el final de su evolución, las estrellas ABG presentan un cascarón de polvo, que está desacoplado de la estrella central, lo que nos permite examinar las propiedades del polvo a través de modelos de transferencia radiativa, en los que se pueden ajustar las propiedades fotosféricas. En este proyecto, se realizarán modelos de los cascarones de polvo desprendidos, para una pequeña muestra de estrellas AGB cercanas, cuyas propiedades fotosféricas están bien definidas por los estudios ya existentes en longitudes de onda ópticas, lo que permite un análisis sistemático de un gran conjunto de parámetros del polvo.

En este póster, presentaremos resultados preliminares de nuestro modelo.

Astrofísica - LXV-005733

11:00-13:00 Estudios de múltiples poblaciones estelares en la región del cinturón de Orión con GAIA-EDR3 *Lorenzo Olguín Hernández (lorenzo.olguin@unison.mx), Universidad de Sonora;*

Luisa Fernanda Zamudio Ruvalcaba (luisa.zamudio@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California;

**Jesús Omar Hernández Alarcón (hernandj@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía, Unidad Académica Ensenada; *Expositor.*

La asociación de Orión OB1 clásicamente se asumía como una región en donde convergen diversas poblaciones estelares Pre-Secuencia-Principal (PSP) con estados evolutivos asociados secuencialmente al espacio que ocupa en el cielo. Particularmente, se considera que las sub-asociaciones 1a, 1b y 1cd localizadas de norte a sur, representan poblaciones de lo más viejo a lo más joven (entre 10 y 1 millón de años), respectivamente. Recientemente, censos cinemáticos y espectroscópicos (e.g., Kounkel et al 2018, Biceño et al 2019) basados en datos del telescopio espacial GAIA han demostrado que existen múltiples poblaciones en Orión OB1 que comparten la misma región en el cielo, pero que poseen distancias y propiedades cinemáticas ligeramente distintas. Particularmente, en la región del cinturón de Orión centrado en la estrella ϵ Orionis hemos detectado al menos cuatro poblaciones estelares PSP, con características cinemáticas distintas y localizadas a diferentes distancias. Basados en espectros obtenidos en el Observatorio Nacional San Pedro Mártir estamos caracterizando la fotosfera de una muestra de candidatos cinemáticos PSP que nos permitirá confirmar la naturaleza joven de la muestra y verificar los estados evolutivos de cada grupo cinemático.

Astrofísica - LXV-005754

11:00-13:00 Propuesta experimental en el ámbito de la astrofísica para la detección de una masa fotónica *Abel Camacho Quintana (acq@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;*

**Melina Guadalupe Ruiz Pérez (meli11_18@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.*

En la década de los 70's se dio el apogeo del estudio a la corrección de la masa fotónica ; sin embargo, la tecnología no tenía el mismo alcance que hoy.

Ahora se cuenta con más y mejores observatorios, es decir, maneras de medir más exactas. Sumado a esto, tomamos como base la hipótesis del artículo de F. M. Rieger y K. Mannheim, « Particle acceleration by rotation magnetospheres in active galactic nuclei », en el que se considera la generación de los pulsares del (hasta el día de hoy no se tienen identificados mecanismos de los que provengan los jets producidos por los Núcleos Galácticos Activos (NGA)), NGA como partículas que obedecen la ecuación de Dirac. Aquí es donde dos problemas que parecieran ser independientes, uno del otro, se relacionan: la masa del fotón y la identificación de los mecanismos de generación de jets en NGA.

Nuestra propuesta considera que la distancia entre el pulsar y la Tierra cumple con la condición de que la longitud de onda asociada a una masa fotónica es mucho mayor al radio terrestre, ésta última como parámetro de referencia; utilizamos, para esto, la teoría de Proca para encontrar una diferencia en el flujo de energía y que nos de información sobre la cota superior de la masa fotónica.

Astrofísica - LXV-005794

11:00-13:00 Halos de materia oscura como soluciones del sistema Schrödinger Poisson en 3D usando el método de mallas móviles adaptativas *Oscar Mario Martínez Bravo (oscar.martinezb@correo.buap.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

Ana Aurelia Avilez López (aavilez@fcfm.buap.mx), University of Nottingham;

Jessica Nayely López Sánchez (jessica.lopezsan@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Erick Munive Villa (erick.munive@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo se resuelve el sistema Schrödinger-Poisson (SP) en tres dimensiones para modelar la dinámica de halos de materia oscura escalar cuyos constituyentes fundamentales son partículas tipo axion ultraligeras con masa de alrededor de $10^{-24} - 10^{-22}$ eV. Para resolver el sistema SP se usa el método de mallas móviles adaptativas (AMM) en el cual el objetivo es determinar una transformación de un dominio uniforme lógico Ω_L a un físico con refinamiento por regiones Ω_P . Como condiciones iniciales

se consideran halos en equilibrio como soluciones estacionarias del sistema SP con simetría esférica en diferentes configuraciones. Se determinan soluciones numéricas fuera del equilibrio en diferentes casos: 1. Una configuración estacionaria, con malla adaptativa fija 2. Una configuración estacionaria con momento lineal inicial y una malla adaptativa móvil 3. La colisión de dos configuraciones estacionarias idénticas con una malla adaptativa y 4. tres distintos escenarios de una configuración inicialmente de equilibrio atrapada en un potencial gravitacional fijo, en este último caso con el fin de estudiar el fenómeno de "disrupting".

Astrofísica - LXV-005798

11:00-13:00 **Búsqueda de emisiones tardías en GRBs similares al GRB 170817A con el Observatorio HAWC.** *José Rodrigo Sacahui Reyes (jrsacahui@profesor.usac.edu.gt), Universidad de San Carlos de Guatemala;*
Nissim Illich Fraija Cabrera (nifraija@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;
Maria Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;
**Yunior Frainen Pérez Araujo (yfperez@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los estallidos de rayos gamma (GRBs; por sus siglas en inglés) se encuentran entre las fuentes más luminosas del Universo, y recientemente la detección de ondas gravitacionales (GW; por sus siglas en inglés) asociadas a estos eventos han reafirmado su importancia e interés. En particular, los destellos cortos se han asociado a la contraparte electromagnética de los GW, siendo el primero destello GRB 170817A asociado con el evento GW170817. Debido a su gran campo de visión y ciclo de trabajo, HAWC es un observatorio ideal para estudiar fenómenos transitorios durante y después de la emisión principal en el régimen de energías en TeVs. En este trabajo presentamos la búsqueda de emisión de TeV en el Observatorio HAWC desde el tiempo de su detección hasta los 200 días después en el evento GRB 170817A y otros con características similares a este.

Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320 y IN105921.

Astrofísica - LXV-005883

11:00-13:00 **Construcción de mapas de densidad de materia oscura con redes neuronales** *Alejandro Puga Candelas (apuga@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*
Miguel Ángel García Aspeitia (angel.garcia@ibero.mx), Universidad Iberoamericana;

Octavio Gael Hernández Saucedo (octavio.hernandez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Irving Muñoz Castrejón (irving.munoz@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Diego Abraham Mendoza Alba (dmendozaa1901@alumno.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Luis Alfonso García Camacho (luisalfonso.garcia@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

En este cartel se trabajó con el proyecto *Illustris*, que es una simulación cosmológica a gran escala, enfocándonos específicamente en la generación de imágenes de la densidad de materia bariónica y la densidad de materia oscura, tomando los datos de las simulaciones TNG-50 y TNG-300, en las cuales se tienen medidas de 50 Mpc y 300 Mpc respectivamente. Se realizó zoom a los mapas de densidad de materia bariónica que tuvieran formas de galaxias realistas y zoom al respectivo mapa de densidad de materia oscura, con dichas imágenes se generaron set de datos con los que se entrenó una inteligencia artificial basada en *deep learning* la cual tiene como imágenes de entrada los mapas de densidad de materia bariónica y predice los respectivos mapas de densidad de materia oscura. Este trabajo tiene como objetivos comprobar las predicciones del modelo Λ CDM respecto a la materia oscura específicamente la distribución de densidad y los patrones de formaciones de galaxias. A futuro se espera disminuir el tiempo de cálculo de las simulaciones cosmológicas, que las imágenes generadas correspondan con observaciones reales y aumentar la calidad de las imágenes con otro modelo de inteligencia artificial.

Astrofísica - LXV-005891

11:00-13:00 **Estudio del sistema protoplanetario HL Tau: confrontando observaciones con simulaciones numéricas** *Manuel Zamora Avilés (mzamora@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;*

Marco Antonio Pérez Rivera (geomarc117@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;

**Patricia Minerva Hernández Pedraza (phmine07@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

El tema que abordamos en este trabajo, formación planetaria en discos protoestelares, representa un problema abierto en la astrofísica contemporánea. Observaciones recientes de muy alta resolución nos han dado información más detallada de la estructura y dinámica de estos discos, lo cual ha permitido calibrar los modelos teóricos. En este trabajo presentamos un estudio numérico para estudiar la evolución de un disco de gas y polvo, alrededor de una estrella en formación. En particular, estudiaremos la influencia que los planetas ejercen en el disco y tomaremos como caso de estudio el sistema HL-

Tau, cuyas propiedades estructurales y dinámicas están mejor determinadas observacionalmente. Estudios numéricos previos han mostrado que los planetas son capaces de abrir brechas y

formar anillos concéntricos en el disco de polvo, estructuras que se observan comúnmente en estos sistemas. Sin embargo, estos estudios teóricos no consideran un ingrediente esencial en la evolución del polvo: su crecimiento por coagulación a medida que los granos de polvo caen al plano medio del disco. Este fenómeno, en principio, es necesario para la formación planetaria. Así, en este trabajo extendemos estos estudios para considerar el crecimiento de polvo y determinar la influencia de planetas preexistentes en la morfología de la fase de polvo para comparar con la contraparte observacional. Los anillos generados podrían funcionar como trampas de polvo, donde el polvo se puede coagular hasta formar protoplanetas.

Astrofísica - LXV-005956

11:00-13:00 **Fotometría espacial y observaciones espectroscópicas de la estrella tipo δ Scuti binaria KIC 2162283** *Jesus Higuera (jesus.higuera@noirlab.edu), National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory (NOIRLAB);*

**Lester Fox Machado (lfox@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Campus Ensenada, UNAM; *Expositor.*

Presentamos los resultados de la espectroscopía terrestre y de la fotometría de muy alta precisión de los satélites KEPLER y TESS de la estrella pulsante tipo δ Scuti KIC 2162283 miembro de un sistema binario. Un total de 15 espectros estelares se adquirieron en el Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir en dos temporadas en el año 2019, con el espectrógrafo Echelle REOSC montado en el telescopio de 2.12 m. El análisis de la curva de velocidad radial revela que KIC 2162283 es una estrella binaria espectroscópica de una línea (SB1) con un periodo orbital de 0.91 días, una semi-amplitud $K_1 = 5.1 \pm 1.7$ Km/s y una velocidad sistémica $\gamma = -4.9 \pm 2.1$ Km/s. Usamos el código iSpec para derivar un tipo espectral Am+F, una $T_{eff} = 7050 \pm 100$ K y una gravedad superficial $\log g_{4.1} \pm 0.1$ dex. El análisis de las curvas de luz revela un espectro de amplitudes de las oscilaciones distribuidas en tres grupos de frecuencias, siendo las de mayor amplitud $f_1 = 2.2$ c/d, $f_2 = 18.2$ c/d y $f_3 = 8.7$ c/d. Las frecuencias de oscilación se asocian a armónicos del periodo orbital y a oscilaciones intrínsecas de la componente pulsante. Se discutirá el estado evolutivo del sistema binario en el contexto de otros sistemas binarios con componente pulsante y la posible presencia de una tercera componente a partir del efecto LTTE (Light Travel Time Effect) en el diagrama O-C.

Astrofísica - LXV-006120

11:00-13:00 **Efectos de las librerías de poblaciones estelares en el análisis de los espectros de galaxias** *Alfredo Mejía Narváz (amejia@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Universidad Nacional Autónoma de México;*

Sebastián Francisco Sánchez Sánchez (sfsanchez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Universidad Nacional Autónoma de México;

**Priscila Santillán Ortega (priscila@ciencias.unam.mx), Instituto de Astronomía Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La técnica de Síntesis de Poblaciones Estelares (Stellar Population Synthesis - SPS) busca derivar las componentes de una galaxia a partir de la Distribución de Energía Espectral (Spectral Energy Distribution - SED), ya que la SED contiene la información de las propiedades físicas de las poblaciones estelares tanto en las galaxias. La técnica de SPS se realiza con base en ciertas suposiciones, entre las cuales las más importantes son: (1) una función inicial de masa (Initial Mass Function - IMF), (2) unas Isocronas concretas y (3) una librería de espectros estelares dada. Mediante esta técnica se obtiene un Espectro Sintético de una Población Simple (Simple Stellar Population-SSP) que es la suma de los espectros de todas las estrellas que se formaron en un tiempo dado, es decir, en el mismo brote y mismo gas (con la misma mezcla química). Estas SSPs se pueden utilizar como base para descomponer los espectros observados de las galaxias (y regiones dentro de las mismas) para derivar propiedades físicas. En este camino existen múltiples factores que pueden afectar a los resultados. Entre todos ellos, la selección de las SSP, ya que se corre el riesgo de sobremuestrear, y se pueden producir diferentes grados de incertidumbre y degeneraciones entre los parámetros. Este trabajo pretende delimitar el número de SSPs utilizadas y su muestreo en edades y metalicidades para evitar el sobremuestreo de las mismas, caracterizando las incertidumbres y degeneraciones. Esto se hará haciendo una comparación 1 a 1 en el espacio de observaciones (espectros). Es decir, fijando una edad (metalicidad) y comparando los espectros de las SSPs con las demás de la misma metalicidad (edad), utilizando como criterio de bondad la χ^2 reducida.

Astrofísica - LXV-006147

11:00-13:00 **Aplicación de redes neuronales para reconstruir perfiles de densidad de halos de materia oscura en sistemas galácticos** *Ana Aurelia Ávilez López (ana.avilezlopez@correo.buap.mx), University of Nottingham;*

Carlos Sebastián Torres López (carlos.torresl@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Victor Vargas Marinero (victor.vargas@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este proyecto se estudiarán conceptos básicos sobre la dinámica y cinemática galáctica así como la formación de estructuras a grandes escalas en el régimen no lineal. A su vez, se identificarán halos de materia oscura en simulaciones de N- cuerpos y se utilizará el método Markov-Chain-Monte-Carlo (MCMC) para determinar los parámetros correspondientes a los perfiles de densidad y con ello también se determinarán las curvas de rotación de estos los resultados como datos de entrenamiento de una red neuronal la cuál sea capaz de reconstruir los perfiles de halos de materia oscura de sistemas reales a partir de ciertas características tomadas de catálogos como la dispersión de velocidades, radio de virialización y magnitud.

Astrofísica - LXV-006177

11:00-13:00 Galaxy Maquila: propiedades estructurales y dinámicas de las galaxias *Dario Núñez Zúñiga (nunez@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares Universidad Nacional Autónoma de México;*

Omar López-Cruz (omarlx@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Erandi Janel Navarro Martínez (erandijanel@hotmail.com), Universidad Veracruzana;

Jeydy Michelle Villegas Castellanos (jeydyvc@gmail.com), Universidad Veracruzana;

Christian Esaú Castillo Lezama (chris_castlez@hotmail.com), Universidad Veracruzana;

Ixchel Ramirez Solano (ixchelrs01@gmail.com), Benemérita Universidad de Puebla;

Angélica Moreno Ortega (angieemo@gmail.com), Benemérita Universidad de Puebla;

Abdiel Trejo Ayala (a12192004776@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco;

Beleni Solar Becerra (solarbbeleni@gmail.com), Benemérita Universidad de Puebla;

**Anna Ximena Castillo Sosa (annaxcs@hotmail.com), Universidad Veracruzana; *Expositor.*

Galaxy Maquila es un proyecto para el estudio de la estructura, clasificación y dinámica de las galaxias, mediante el modelado del brillo superficial de las galaxias y sus propiedades espectrales. Para tal fin empleamos grandes catastró como SDSS, 2MASS, WISE y el Hubble Legacy Archive, entre otros.

Este es un proyecto que se ha venido desarrollando desde hace más de 10 años en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Ocho generaciones de estudiantes de verano de los programas de la Academia Mexicana de Ciencias, el Programa Delfín e incluso estudiantes internacionales han trabajado en este proyecto. Todos apoyados el programa Verano de la Investigación Científica en el INAOE (VICI). Recientemente publicamos los resultados de tres generaciones de estudiantes de verano, junto los resultados de la tesis doctoral de Emmanuel Ríos-López (Ríos-López, E. et al., 2021, MNRAS,507, 5952).

Otros resultados ya están preparándose para su publicación.

Aquí presentamos los resultados de Galaxy Maquila 2022 donde hemos estudiado una muestras de galaxias espirales de canto (edge-on) y en planta (face-on) escogidas del catastro CALIFA junto con otras de más cercanas. Para caracterización del brillo superficial usamos el paquete GALFIT aplicado a submuestras de los catastró 2MASS y WISE. Estamos explorando las curvas de rotación y la dispersión de los discos y su relación con los parámetros estructurales del disco como la scale length (h_R, h_z) y el brillo superficial central (μ_0). También estamos estudiando la clasificación morfológica y dinámica de los bulbos de las galaxias seleccionadas.

Astrofísica - LXV-006187

11:00-13:00 Galaxy Maquila: la estructura del disco de la galaxia NGC 5170 *Dario Núñez Zúñiga (nunez@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares Universidad Nacional Autónoma de México;*

Orlando Gutiérrez Rojo (ogutierrezrojo@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, Universidad Autónoma de Sinaloa;

Emmanuel Ríos López (riioemm@gmail.com), Instituto de Astrofísica de Canarias;

Fitsum Woldegerima Beyene (fitsewgerima@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Abdiel Trejo Ayala (a12192004776@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco;

Mayra Mabel Valerdi Negreros (mabel.astro@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Christopher Añorve (canorve@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, Universidad Autónoma de Sinaloa;

Omar López-Cruz (omarlx@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Beleni Solar Becerra (solarbbeleni@gmail.com), Benemérita Universidad de Puebla; *Expositor.*

Presentamos el resultado de la galaxia en proyección de canto NGC 5170. Para tal fin hemos ajustado el brillo superficial del disco y el bulbo de esta galaxia usando la función *Edge – on disk function* del programa GALFIT, usando datos del catastro 2MASS. Hemos usado datos cinemáticas de la literatura para explorar el halo de materia oscura de esta galaxia.

Ciencias de la Tierra - LXV-004662

11:00-13:00 SISTEMA REGENERADOR DE CARBÓN ACTIVO MEDIANTE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN *Abigail Parra Parra*

(abigail.parra@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Marina Vlasova (vlasovamarina@inbox.ru), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Alvaro Zamudio Lara (azamudio@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Omar Palillero Sandoval (omar.palillero@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

J. Jesus Escobedo Alatorre (jescobedo@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Pedro Antonio Marquez Aguilar (p.marquez@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Jorge Arturo Carreño García (jorge.carreno@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

*Uriel Agustin Moreno Sotelo (uriel.moreno@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas; *Expositor.

El tiempo de funcionamiento del carbón utilizado para la filtración de aguas grises

tiene un tiempo de vida; debido a que los contaminantes se quedan en la estructura

del carbón lo cual provoca que se pierda la capacidad de adsorción. En el presente

trabajo se propone un nuevo método de reactivación térmica utilizando

calentamiento por inducción electromagnética, de esta forma, la reactivación del

carbón tiene una mayor eficiencia en comparación con métodos convencionales.

Ciencias de la Tierra - LXV-005089

11:00-13:00 Infiltrómetro de doble anillo automatizado Erick Barrios Barocio (e.barrios@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Daniel Omar Avila Rojas (daniel_avila5@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Valente Vázquez Velázquez (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Donají Xóchitl Cruz López (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Fernando Angeles Uribe (angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Luis Alberto Ramirez Bermudez (laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Katia Michelle Villarnobo González (km.villarnobo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

a determinación del porcentaje de agua en el suelo es crucial para conocer diversos factores como el desarrollo de diversas especies biológicas, la producción alimentaria, el abastecimiento de agua e incluso para detectar zonas potenciales a escorrentía, por lo que es de suma importancia medir la tasa de infiltración, la cual hace referencia a la velocidad a la cual el suelo es capaz de absorber el agua durante la precipitación o la irrigación. Para su medición tradicionalmente se utilizan infiltrómetros de doble anillo, sin embargo las mediciones se llevan a cabo de manera manual, poco precisa y el proceso es tedioso y lento. En este trabajo se describe el desarrollo e implementación de un infiltrómetro de doble anillo automatizado utilizando microcontroladores y comunicación inalámbrica con dispositivos móviles. Las ventajas son numerosas: permite acelerar la adquisición de datos, mejora la precisión y exactitud de las mediciones al eliminar el sesgo introducido por el operador, simplifica el registro de datos y optimiza los tiempos de trabajo de campo.

Agradecemos: al Dpto de Física, al laboratorio de electricidad, al Taller de control y electrónica, y al proyecto PAPIME -PE108822 por el apoyo recibido para la elaboración de este proyecto.

Ciencias de la Tierra - LXV-005232

11:00-13:00 Velocidad de ondas sísmicas de cuerpo en la costa de Chiapas Luis De Jesús Inda Esparza (luisindae@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas;

Gerardo León Soto (gleon.soto@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;

*Luis Martin Sandoval Magallanes (luis.sandoval@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

En el presente trabajo se muestran mediciones de tiempos de arribo, seleccionados manualmente, de ondas sísmicas de cuerpo, longitudinales (P) y transversales (S), producidas por eventos a lo largo de la costa sur de Oaxaca y Chiapas, con los cuales se calculan las velocidades medias. Las estaciones de las cuales se toman los sismogramas pertenecen a las redes Miami University Seismic Network (MU), Red Sismológica Nacional (GI) de Guatemala y Servicio Sismológico Nacional (MX) de la UNAM, cuyos datos se encuentran disponibles en la base de datos de Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS).

Ciencias de la Tierra - LXV-005443

11:00-13:00 **Distribución de tamaños para micropartículas obtenidas en un sistema de microfluidos con unión T por inyección de flujos inmiscibles: hidrogel y aceite mineral** *Mario Alberto García Ramírez (mario.garcia@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;*

Orfil González Reynoso (orfil.gonzalez@cucei.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

Gabriela Hinojosa Ventura (ybag402_7@hotmail.com), Universidad de Guadalajara;

**José Manuel Acosta Cuevas (jose.acosta@alumnos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

La obtención de micropartículas requiere de microcanales diseñados con alta precisión y sistemas de inyección especiales capaces de dosificar flujos exactos para su correcta generación. Por otro lado, la generación constante y monodispersa de las micropartículas es altamente deseada para diversos campos como el médico, analítico y biotecnológico. Por lo anterior, nuevos métodos han sido y siguen siendo desarrollados para la obtención de sistemas miniaturizados y de microinyección de flujos. El presente estudio se genera micropartículas utilizando sistemas para microfluidos con unión T fabricados con resina y diseñados con diámetros internos de 800 y 400 μm . Se utilizan soluciones inmiscibles de hidrogel fotopolimerizable y aceite mineral como fase dispersa y continua respectivamente. Además, se ha utilizado un sistema de inyección con diseño propio que permite la obtención de caudales desde los 50 $\mu\text{l}/\text{min}$ adaptable hasta 5 ml/min. El diseño de experimentos, se enfoca en el uso de distintos caudales a razón de observar el efecto que éstos provocan sobre la formación y distribución de tamaños para la generación de micropartículas. Adicionalmente, las micropartículas obtenidas son analizadas bajo microscopía para la obtención y comparación de sus tamaños y morfología. El cambio en la distribución de tamaños de las micropartículas como función de los caudales muestra una relación proporcional con el caudal de la fase continua más que de la fase dispersa. Las capilaridades que ambas fases obtienen respecto a sus caudales toman un papel importante en la distribución de tamaños para las micropartículas. El diámetro de las micropartículas obtenidas, con un caudal constante, presenta una variación de no más del 20% para la escala de trabajo

Ciencias de la Tierra - LXV-005609

11:00-13:00 **Análisis de la frecuencia de ocurrencia de los Calentamientos súbitos estratosféricos en el Hemisferio Sur en los modelos de altura estratosférica del CMIP5** *Jaime Francisco Almaguer Medina (jaime.almaguer@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;*

Citlalli Almaguer Gomez (citlalli.almaguer@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

**Victor Manuel Chávez Pérez (vm.chavez.p@gmail.com), Universidad de Vigo; *Expositor.*

Existe un fenómeno extremo llamado calentamiento súbito estratosférico (SSWs), en el hemisferio norte (HN) ocurre aproximadamente con una frecuencia de 2 años y en el hemisferio sur (HS) solo se han registrado 2 eventos desde 1958, este fenómeno ocasiona que el vórtice polar estratosférico del hemisferio de invierno se interrumpa de manera abrupta en el espacio de unos pocos días, el vórtice polar se distorsiona mucho y se rompe con un calentamiento a gran escala de la estratosfera polar que lo acompaña, que puede revertir rápidamente el gradiente de temperatura meridional (a través del equilibrio del viento térmico) y crear una corriente del este circumpolar, produciendo un calentamiento cercano a los 40K en unos pocos días en el nivel de 50 hPa.

La diferencia en la frecuencia entre los hemisferios es debida principalmente a la diferencia orográfica entre ambos polos que facilitan la propagación de ondas en la vertical, lo que ocasiona un debilitamiento en el vórtice polar facilitando la ocurrencia de los SSWs, también es importante tomar en cuenta que durante el periodo pre-satelital (antes de 1979) existían muy pocos datos sobre el HS lo que ocasiona que los datos de reanálisis de los mismos presenten sesgos importantes. Esta baja frecuencia suele complicar el estudio de la dinámica de los SSWs en el HS debido a la poca cantidad de eventos detectados, en este trabajo se busca analizar la capacidad de los modelos de CMIP5 de simular la ocurrencia de los SSWs en este hemisferio.

Ciencias de la Tierra - LXV-005910

11:00-13:00 **Modelo de radiación infrarroja de la atmósfera. Contribución del metano al calentamiento atmosférico.** *Manuel René De Jesús Garduño López (rene@atmosfera.unam.mx), Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático;*

Oscar Casimiro Sánchez Meneses (casimiro@atmosfera.unam.mx), Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático;

Ana Cecilia Conde Álvarez (conde@unam.mx), Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático;

**Melissa Díaz Herrera (diotima.melissa@comunidad.unam.mx), Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático; *Expositor.*

La presentación preparada para este congreso es parte del trabajo de mi tesis de maestría. En ella consideramos un modelo radiativo-convectivo simplificado propuesto por Ramanathan y Donner para modelar la contribución del metano al balance de energía radiativo del sistema Tierra-tropósfera.

Es sabido que el metano es un gas de efecto invernadero y que el 60% de las emisiones totales de este gas a la atmósfera es de origen antropogénico.

El IPCC en su 6to reporte sugiere que una reducción rápida y sostenida de las emisiones de CH₄ limitaría el efecto de calentamiento resultando en el declive de contaminación por aerosoles lo que mejoraría la calidad del aire

Y en la COP26 centenares de países apoyaron la propuesta de EUA y la UE para reducir las emisiones de este gas en un 30% para ralentizar el calentamiento global. En esta presentación se expondrán los resultados calculados con este modelo de dichas reducciones.

COVID-19 - LXV-004725

11:00-13:00 **Medición y comparación de la eficacia de filtrado, presión diferencial y ajuste entre máscaras de protección personal disponibles en México** *Sandra Elizabeth Rodil Posada (srodil@unam.mx), Universidad de Cambridge;*
Richard Falconi Calderón (richart.falconi@ujat.mx), Instituto de Investigaciones de Materiales;
**Dionicio Alberto Perez Landero (dionicio.apl@gmail.com), Universidad Juarez Autonoma de Tabasco; *Expositor.*

La enfermedad del COVID-19 tuvo sus orígenes en el 2019, fue hasta el 11 de marzo de 2020 que la Organización Mundial de la Salud (OMS) la declaro como pandemia. En México, la fase 3 de la pandemia inicio el 1 de abril de 2020. Esta medida trajo consigo consecuencias como distanciamiento social y restricciones a la movilidad las cuales afectaron la vida económica y social del país. Esta situación extraordinaria creo una demanda sin precedentes por máscaras de protección personal (MPP), principalmente KN95 y mascararas tricapa quirúrgicas. Esta nueva demanda por MPP creo un escenario de escasez durante los primeros meses, llevando a muchas personas a optar por el uso de mascarillas hechas en casa de cuestionable eficacia de filtrado.

A dos años de este panorama inicial, el mercado mexicano se ha llenado de una gran variedad de MPP, de las cuales para la gran mayoría no se tiene información sobre su nivel de protección.

La necesidad de saber sobre el nivel de protección que ofrecen las diversas MPP disponibles en México nos lleva a la elaboración este estudio, en el cual se llevaran a cabo trabajos experimentales para medir y comparar diversas MPP a través de tres pruebas clave: eficacia de filtrado, diferencia de presión y ajuste de las MPP.

En este trabajo se realizó la medición y comparación de los 3 puntos clave antes mencionados una gran variedad de MPP disponibles en México para conocer su verdadero nivel de protección.

COVID-19 - LXV-005543

11:00-13:00 **Simulación de la propagación aérea del COVID -19 en una habitación** *Silvia Hidalgo Tobon (shid@xanum.uam.mx), UAM-Iztapalapa, HIMFG;*
**Leticia Gonzalez Zamora (letozam@hotmail.com), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa; *Expositor.*

Desde inicios del año 2020 en todo el mundo se ha luchado contra la pandemia de COVID- 19, la medicina ha utilizado la tecnología como simulaciones para acelerar la investigación. Ahora sabemos que el COVID-19 se propaga principalmente de persona a persona a través de las gotitas que salen despedidas de la nariz o la boca de una persona infectada al toser, estornudar o hablar.[1] La principal conclusión a la que se ha llegado en todo el mundo es que el contagio se transmite por medio de estas gotitas y aerosoles, que son los vehículos de estos patógenos. Un aerosol es un conjunto de partículas que están suspendidas en un gas, tal como el aire [2]. Existen diversas simulaciones que han ayudado a entender cómo es que el virus se propaga y así saber la forma en que debemos cuidarnos y cuidar a los demás. En algunas se observa la cronología de la tos de una persona, en donde las partículas portadoras del virus alcanzan distintas distancias en función de la velocidad del viento, alcanzando distancias de 5 metros. Es por esto que la ventilación es muy importante en espacios cerrados como restaurantes, cines, gimnasios, escuelas, casas, etc. En este trabajo se reprodujo una simulación en donde se observa un paciente que tose en un consultorio, el virus se mueve con la ayuda de las corrientes de aire que se encuentran dentro de la habitación y se propaga por todo el lugar. Por lo tanto, el modelado permite calcular distancias “seguras” de convivencia social para ayudar a limitar aún más la propagación del coronavirus. Referencias [1] Del Río H., Revista Nexos. N. 63, julio-agosto de 2020. [2] M. Alsved et al, Aerosol Science and Technology, Pages 1245-1248, 2020.

Dinámica de Fluidos - LXV-004504

11:00-13:00 **Estudio y Medición de la Potencia Acústica en Baños Ultrasónicos: Una Aproximación al Vector Acústico de Poynting** **Raúl Alberto Reyes Villagrana (rareyesvi@conacyt.mx), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.*
Ana Luisa Rentería Monterrubio (arenteria@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua;
Juliana Juárez Moya (moyaju.ju91@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chihuahua;
Erika Ofelia Hernández Acosta (ehernandez@utzac.edu.mx), Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas;
América Chávez Martínez (amchavez@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua;

Un baño ultrasónico tiene como función la limpieza de diversos materiales, como son refacciones, joyerías, cristalerías, materiales oftalmológicos, materiales quirúrgicos, sistemas balísticos y bélicos, etc. Además, en las últimas dos décadas, se han incrementado las investigaciones en el procesamiento, tratamiento y conservación de los alimentos, así como en el estudio de fármacos, utilizando baños ultrasónicos de diferentes capacidades volumétricas y eléctricas. Sin embargo, en la mayoría de los estudios reportados en la literatura, la información que proporcionan sobre

la potencia de los equipos que utilizan muestran una gran inconsistencia, con respecto a los datos del fabricante. En este trabajo, se presenta un estudio para determinar la intensidad acústica de un par de baños ultrasónicos de la marca Elmasonic®. Se aplicó la formulación de calorimetría para determinar la potencia acústica de cada sistema de ultrasonificación. Se utilizó 500ml de agua destilada en cada sistema. Se uso un registrador de datos Elitech GSP-6 para medir la variación de temperatura. La homogeneidad de la temperatura del agua embebida en los baños ultrasónicos fue generada intrínsecamente por el campo acústico oscilante del funcionamiento del ultrasonificador. El tiempo de funcionamiento fue de 30 minutos. La temperatura, humedad y presión atmosférica del laboratorio donde se realizaron los experimentos fueron de 18°C, 25% y 1024.5hPa, respectivamente. Los resultados muestran una metodología para determinar la potencia acústica, a partir de la formulación de calorimetría. Se describen las relaciones de temperatura vs tiempo. Además, se determina las intensidades acústicas de cada baño ultrasónico utilizado. Los resultados obtenidos describen una aproximación al Vector Acústico de Poynting, homólogo al de las ondas electromagnéticas.

Dinámica de Fluidos - LXV-004842

11:00-13:00 **Análisis experimental y numérico del proceso de cambio de fase de un material en una celda hele shaw vertical debido a un flujo de calor no uniforme** *José Núñez González (*joseng@enesmorelia.unam.mx*), *Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia*; *Expositor.

Este trabajo presenta un estudio experimental y numérico del proceso de cambio de fase de cera parafina. El material se encuentra contenido en una celda hele shaw en posición vertical. La energía necesaria para el proceso es debida a una fuente de radiación no uniforme. Se evaluó un ciclo completo para analizar los procesos de fundición y solidificación. La observación experimental se realiza por medio de una cámara termográfica. Se evaluó la temperatura y la posición de la zona de cambio de fase. Usando COMSOL multiphysics, se resolvieron numéricamente las ecuaciones de la dinámica de fluidos y la ecuación de la energía usando la formulación de la entalpia para modelar el proceso de cambio de fase. Se utilizó la condición de radiación no informe y condiciones de enfriamiento convectivo. Se calculó la fracción líquida y la forma de la interfaz sólido-líquido. Para validar el modelo numérico, se hizo una comparación cuantitativa con las observaciones experimentales. Este estudio puede ser importante para aplicaciones de almacenamiento de energía térmica de calor latente (LHTES).

Dinámica de Fluidos - LXV-005693

11:00-13:00 **SIMULACIÓN Y EXPERIMENTO DE UNA OLA SUPERFICIAL FRENTE A ESCALÓN EN EL FONDO CON ALTURAS DIFERENTES.** Carlos Málaga Iguñiz (*cmi@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*;

Francisco Javier Mandujano Sánchez (*frmas@cie.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*;

*Ricardo César Arzate Trujillo (*cesar_arzate_t@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

Usando un canal de agua de sección rectangular se genera una ola solitaria con amplitud ajustable en un extremo. Al propagarse la ola hacia el extremo opuesto, cierta distancia después llega a interaccionar con un escalón colocado sobre el fondo del canal pero con una altura menor a la profundidad del agua. Cambiando la altura del escalón, se observan los cambios al atravesar la ola sobre el escalón y posteriormente se hacen las simulaciones y los experimentos para compararlos. Se presentan gráfica de la onda solitaria, simulaciones y fotogramas correspondientes para cada altura del escalón.

Enseñanza - LXV-004502

11:00-13:00 **La Física en la Enseñanza de la Mecánica (Estática) por medio de la Educación STEM y el Constructivismo Inductivo Tricerebral** *Raúl Alberto Reyes Villagrana (*rareyesvi@conacyt.mx*), *CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua*; *Expositor.

Juan Carlos Reyes Villagrana (*carlos_reyes_74@hotmail.com*), *Investigador Independiente*;

Erika Ofelia Hernández Acosta (*ehernandez@utzac.edu.mx*), *Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas*;

Los programas de estudio de la Secretaría de Educación del gobierno de México, describe que la enseñanza de la ciencia inicia desde la etapa de preescolar, donde se les enseña a los niños a cuestionar y realizar preguntas con respecto al entorno. Posteriormente, en los diferentes grados de educación básica se continúa con este enfoque, además de que los estudiantes de esta etapa se complementan con el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias naturales. En el nivel medio (secundaria), el segundo año está enfocado a la enseñanza de la Física. Para posteriormente fortalecer su conocimiento en el nivel medio superior, previo a tomar la decisión en qué campo profesional se van a formar. En este trabajo, se presenta un conjunto de metodologías híbridas de educación STEM y del Constructivismo Inductivo Tricerebral (CIT) enfocada al fortalecimiento de la mecánica (Estática) y el concepto de fuerza y sus aplicaciones. Se revisan los conceptos de escalar y vector. Se proponen un conjunto de ejercicios con diagramas de cuerpo libre y finalmente se presentan casos de estudio de estructuras. Estos se desarrollaron con

apoyos de prototipos, así como de herramientas computacionales, para complementar el aprendizaje. Los resultados muestran una gran compatibilidad entre las bases de conocimiento teórico y las metodologías desarrolladas orientadas al estudio de casos, así como de las aplicaciones generadas en prototipos. La educación posterior a la pandemia a cambiado la forma de enseñanza – aprendizaje en la comunidad estudiantil, estamos obligados a fortalecer las diferentes áreas para el beneficio de las futuras generaciones.

Enseñanza - LXV-004534

11:00-13:00 Simulaciones de las propiedades Mecánicas de Dióxido de Silicio y Hafnio cristalino y policristalino. Luis Carlos Ortiz Dosal (*ortiz.dosal.lc@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; José Adrián Martínez González (*jose.adrian.martinez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Eleazar Samuel Kolosovas Machuca (*samuel.kolosovas@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Juan Guillermo Munguía Fernández (*juanguillermo@ciencias.unam.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Eleazar Pacheco Reyes (*ep6310216@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El análisis de las propiedades mecánicas en películas delgadas es esencial para su integración en aplicaciones de sistemas microelectromecánicos (MEMS). El óxido de hafnio (IV) HfO_2 o hafnia es un material electrocerámica con propiedades que la hacen apta para multitud de aplicaciones de la electrónica. En este trabajo se hacen simulaciones de películas delgadas creadas con diferentes números de granos por medio del método de elemento finito para determinar los valores de las propiedades mecánicas de cada una de ellas.

Enseñanza - LXV-004681

11:00-13:00 Percepción de la Visión Acuática con Aéreo-Terrestre en los Ojos de Animales Alejandro Cornejo Rodríguez (*acornejo@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Francisco Javier Renero Carrillo (*paco@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Efren Santamaría Juárez (*sjefren09@gmail.com*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Guadalupe Flores Serrano (*flores@inaoe.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Hoy en día, tenemos conocimiento que existen diferentes seres vivos con diferente visión, ya sean terrestres, aéreos y acuáticos; por lo que la percepción de ver las cosas es di-

ferente en cada uno de estos seres vivos, un ejemplo sería los peces que habitualmente viven en el agua, por lo que la interacción entre el ojo del pez con respecto al medio sería agua; en cambio los terrestres y aéreos como es el caso de los mamíferos, aves e incluso de ser humano la interacción de los ojos estaría en un medio de aire.

Por lo que los conceptos de la óptica geométrica que en general estudiamos están relacionados con la interacción de un medio aire-aire, y pocas veces se trabaja con la interacción aire-agua o agua-agua.

Sin embargo, existen seres vivos que tienen una interacción entre los medios agua y aire a la vez, como en el caso de los anfibios un ejemplo de ellos sería los sapos y ranas, algunos reptiles con el caso del cocodrilo, algunas aves con el pingüino y el Cormorán; algunos peces como el Anableps, por lo que expondremos las ventajas y desventajas que tienen estos animales, y como cuales son los mecanismos que permiten su adaptación.

Enseñanza - LXV-004826

11:00-13:00 Hidrofobicidad de superficies sólidas Amir Darío Maldonado Arce (*amir.maldonado@unison.mx*), Universidad de Sonora;

David Eliezer Quezada Córdova (*nigynayg@gmail.com*), Universidad de Sonora;

Eduardo Peñúñuri Bolado (*eduardo.penunuri.b@gmail.com*), Universidad de Sonora;

*José Miguel Álvarez Palomino (*josealvarez1888@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Las superficies de los materiales sólidos tienen algún grado de afinidad por el agua. Existen superficies hidrofílicas a las cuales el agua tiende a adherirse. Y también existen superficies hidrofóbicas que no favorecen el contacto con el agua. Desde el punto de vista experimental, este comportamiento se evidencia con el llamado “ángulo de contacto” entre la superficie y el borde de un pequeño volumen de agua. Por otra parte, la hidrofobicidad (o hidrofiliidad) depende tanto del material como de la microestructura de la superficie. En el caso de diferentes materiales las diferencias se deben a las interacciones intermoleculares; una buena medida de éstas últimas se puede obtener con la llamada entalpía de inmersión (el calor liberado o absorbido cuando una placa del material estudiado se sumerge en agua). Con argumentos termodinámicos se puede obtener una relación entre dicha entalpía y el ángulo de contacto respectivo. El efecto de la microestructura tiene que ver con la combinación apropiada de dominios o zonas microscópicas de diferente hidrofobicidad. En este trabajo realizamos una revisión de los conceptos mencionados poniendo especial énfasis en las técnicas de medición del ángulo de contacto y en el efecto de la microestructura de las superficies sobre el mismo. Derivamos la relación entre entalpía de inmersión y ángulo de contacto y describimos los modelos teóricos de Wenzel y de Cassie-Baxter para superficies heterogéneas rugosas. Enseguida descri-

bimos algunas de las aplicaciones más importantes de estos conceptos en el mojado de superficies. En particular, consideramos las estrategias que algunos insectos y plantas han desarrollado para gestionar su interacción con el agua en ambientes completamente húmedos o excesivamente secos. Finalmente, describimos las propuestas de recuperación de agua en lugares áridos que se basan en estos mecanismos naturales.

Enseñanza - LXV-004897

11:00-13:00 **Trazado de polígonos regulares con luz láser al interior de un medio con geometría circular.** José Luis Pérez Mazariago (mazariago@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Jesús Alberto León Flores (jleon@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Shirley Sarai Flores Morales (shirley.flores@enp.unam.mx), Escuela Nacional Preparatoria No 5 "Jose Vasconcelos", Universidad Nacional Autónoma de México.; Román Ariel Ramírez Andrés (320191743@alumno.enp.unam.mx), Escuela Nacional Preparatoria No 5 "Jose Vasconcelos", Universidad Nacional Autónoma de México.; *Aura López Herrera (auralohp@gmail.com), Escuela Nacional Preparatoria No 5 "Jose Vasconcelos", Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.

En el presente trabajo se muestran las condiciones necesarias para la formación de polígonos regulares de n lados mediante reflexión total interna en un disco fabricado con grenetina comercial y con un valor para su índice de refracción de $n_{\text{grenetina}} = 1.34 \pm 0.05$. Al margen de los resultados experimentales obtenidos, el estudio en cuestión se contrastó con resultados teóricos utilizando el simulador Phet Colorado "Reflexion y Refraccion de la luz" desarrollado por la universidad de Colorado [1]. De acuerdo con los resultados de la simulación, es posible formar polígonos regulares de hasta 12 lados. Se encontró una buena correlación entre los resultados experimentales para polígonos de hasta 5 lados y aquellos obtenidos mediante el simulador. Esta situación permite plantear preguntas como ¿Será posible formar esta misma cantidad de polígonos dentro de un medio físico real donde se dispersa la luz y que pueda contener impurezas?, ¿Existen discrepancias substanciales entre experimento y simulación?; tal que, dichas preguntas permitan enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de óptica geométrica a nivel medio superior [2].

[1] R. (s. f.). Reflexión y Refracción de la Luz 1.1.22. PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. Recuperado 24 de mayo de 2022, de https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_es.html

[2] Barbosa, Y. B. (2020). Fundamentos de óptica (1.a ed., Vol. 1). Universidad Nacional de Colombia.

Enseñanza - LXV-004949

11:00-13:00 **PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA BÁSICA UTILIZANDO EL SOFTWARE DE SIMULACIÓN DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS MÁSTER PLC DE LIBRE ACCESO** Guillermo Gerardo Bustos Maya (gbustos@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Jaime De Urquijo Carmona (jdu@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Armando Bustos Gómez (bustos@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo reportamos una alternativa para realizar algunas prácticas de electrónica virtualmente, utilizando el software de simulación MÁSTER PLC que es de acceso libre en internet. Debido a la contingencia por la pandemia del COVID, tuvimos que recurrir al uso de herramientas de simulación para sustituir a las prácticas de laboratorio presenciales. Después de hacer una exhaustiva búsqueda en internet de software para la simulación de circuitos electrónicos en el que se balanceara costo-calidad, decidimos elegir el software antes mencionado. Elegimos este paquete, desarrollado en HTML5, debido a que no se requieren complementos y es altamente interactivo, dando la sensación de jugar con componentes reales. El paquete es muy útil para la experimentación y la visualización. Una de las mayores ventajas es que no tiene costo y es de acceso libre en línea para varios usuarios a la vez, lo que es ideal para los alumnos, ya que no tienen que pagar por el acceso al simulador y pueden utilizarlo a la hora más conveniente. Las prácticas que se redactaron abarcan desde circuitos resistivos hasta el convertidor analógico digital, pasando por circuitos RC, circuitos con diodos, el transistor bipolar, amplificadores operacionales, el timer 555, el optoacoplador y circuitos digitales. Por supuesto, antes de realizar estas prácticas, el alumno debe llevar el curso teórico, que en nuestro caso se les imparte detalladamente, para que después el alumno compruebe lo visto en la teoría. Al principio se familiariza a los alumnos la utilización del simulador con algunos ejemplos; posteriormente se les envía el procedimiento de la práctica a desarrollar con los diagramas de los circuitos de prueba para que ellos los tracen y con los archivos código de los circuitos funcionales, en caso de dudas. Agradecemos al sitio <https://masterplc.com/simulador/> por el desarrollo del software. Proyecto apoyado por UNAM-PAPIME PE105122.

Enseñanza - LXV-005047

11:00-13:00 **Experimentos de mecánica clásica controlados remotamente empleando internet de las cosas.** Erick Barrios Barocio (e.barrios@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Luis Alberto Ramírez Bermudez (*laram@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Valente Vázquez Velázquez (*valente@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Fernando Angeles Uribe (*angel@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Donají Xóchitl Cruz López (*xochitl.cruz@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Daniel Omar Avila Rojas (*daniel_avila5@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Francisco Galindo Mena (*paqui10718@gmail.com*), Escuela Nacional Preparatoria No. 6 Universidad Nacional Autónoma de México;

*Oscar Eduardo Mani Cano (*oscarmanicano@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El confinamiento provocado por el COVID-19 representó un reto en los métodos de enseñanza usuales, los cuales fueron reemplazados por el uso de medios digitales y de distintas plataformas de video conferencia. En particular, la experimentación en las distintas áreas de la física se vio mayormente afectada debido a la dificultad por parte del alumnado de acceder desde casa a equipos de instrumentación y medición especializados. Una manera de disminuir este impacto es mediante la implementación de experimentos controlados remotamente utilizando el Internet de las Cosas (IoT). En este trabajo se presenta el diseño, desarrollo e implementación de un sistema controlado mediante IoT para la recopilación de datos que permiten el estudio y comprensión de la segunda ley de Newton y la aceleración de la gravedad a través de un objeto esférico que se mueve a lo largo de un plano inclinado y de un movimiento oscilatorio. Así mismo, se presenta un análisis comparativo entre este sistema y los empleandos dentro del laboratorio de mecánica de la Facultad de Ciencias de la UNAM, se discuten las limitaciones y beneficios de ambos.

Agradecemos al: Dpto de Física, al laboratorio de electricidad, al Taller de control y electrónica, y al proyecto PAPIME -PE108822 por el apoyo recibido para la elaboración de este proyecto.

Enseñanza - LXV-005110

11:00-13:00 **Estudio de una celda solar desde el punto de vista físico** Harim Villareal Velasco (*villa.harim@gmail.com*), UAM Azcapotzalco;

*Inti Pineda Calderón (*inti@azc.uam.mx*), UAM Azcapotzalco; *Expositor.

Damian Muciño Cruz (*damc@ciencias.unam.mx*), UAM Azcapotzalco;

María Guadalupe Hernández Morales (*gpe@azc.uam.mx*), UAM Azcapotzalco;

Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (*gabrieladelvalle@ciencias.unam.mx*), UAM Azcapotzalco;

El uso de las energías alternativas es hoy un tema de discusión, ante la disyuntiva de seguir utilizando energías fósiles que contribuyen al calentamiento global. Es por ello que de las alternativas más prometedoras es la energía solar. La conversión de energía solar en energía fotovoltaica puede ser haciendo uso de la utilización de celdas solares para producir electricidad con menor índice de contaminación a corto plazo. En este trabajo se presentara el estudio y análisis de los mejores métodos para hacer más eficiente la producción de energía eléctrica a través de celdas fotovoltaicas y a su vez reducir en la medida de lo posible la contaminación.

Enseñanza - LXV-005144

11:00-13:00 **Oscilaciones en una cuerda de masa variable** Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (*gabrieladelvalle@hotmail.com*), UAM Azcapotzalco;

*Inti Pineda (*inti@azc.uam.mx*), UAM Azcapotzalco; *Expositor.

Guadalupe Hernández (*gpe@azc.uam.mx*), UAM Azcapotzalco;

Sonia Berenice Del Angel (*al2173003526@azc.uam.mx*), UAM Azcapotzalco;

En este trabajo se presenta la deducción de la ecuación que obedece una cuerda de masa variable a partir de, en el caso discreto, una serie de masas que pierden masa a un ritmo constante conectadas entre sí por resortes, y en el caso continuo, un elemento infinitesimal de cuerda. Se resuelve la ecuación planteada bajo ciertas condiciones a la frontera y se resuelve numéricamente comparando el comportamiento obtenido con el de las respectivas oscilaciones de una cuerda de masa constante.

Enseñanza - LXV-005171

11:00-13:00 **Tips, datos y sugerencias en material de apoyo en YouTube para cursos de nivel superior.** José Elpidio Morales Sánchez (*elpidio@uaslp.mx*), DFM UASLP;

María Irene Liliانا Gallegos García (*liliana.garcia@uaslp.mx*), DFM UASLP;

Azahel De Jesús Rangel López (*azahel.rangel@uaslp.mx*), COARA UASLP;

*Pablo Guillermo Nieto Delgado (*guillermo.nieto@uaslp.mx*), DFM UASLP; *Expositor.

Ante la contingencia vivida en los años anteriores, fue fundamental recurrir a la necesidad de otro tipo de herramientas, sobre todo herramientas digitales que nos ayudaran a los docentes a seguir transmitiendo conocimiento

a nuestros alumnos. En este caso, los vídeos de YouTube surgieron como una gran ayuda para explicar temas científicos. En el presente trabajo se muestran algunas estadísticas sobre el material generado en esta plataforma, sobre temas de física básica y cálculo avanzado.

Enseñanza - LXV-005336

11:00-13:00 Electromagnetismo-Óptica, con metodología STEM/STEAM en periodo de Pandemia COVID 19 *Martin Eduardo Molinar T (martinmolinar@gmail.com), Comisión Nacional de Agua CONAGUA Hermosillo;*

Carlos Figueroa Navarro (carlos.figueroa@unison.mx), Universidad de Sonora Departamento de Ing. Industrial;

Oscar Rubén Gómez Aldama (oscar.gomez@unison.mx), Universidad de Sonora campus Cajeme;

Luis Manuel Lozano Cota (luis.lozano@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur;

**Lamberto Castro Arce (lamberto.castro@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; *Expositor.*

El electromagnetismo y la óptica son áreas de la física que se consideran en los temas de bachillerato y nivel superior. Se ha observado que no se definen, ni se enfocan como tales, en carreras de Ciencias Químico Biológicas. El objetivo de este trabajo se enfoca, en hacer más llevadero el curso Virtual a pesar de su grado de complejidad la carrera de QBC.

Se desarrolla el curso mediante un sistema de video-enlace, como base durante todo el curso de un semestre. Se consideran las condiciones espaciales y de tecnología de cada estudiante por su lugar de origen. La metodología STEM/STEAM es usada para lograr los objetivos para una formación completa, integrando todos los elementos disponibles: PC, Teams, celular/Whatsapp, Facebook, bibliografía, tiempo, materiales de la región, área técnica, así como el internet para interpretar y discutir los términos en forma teórica, experimental y de aplicación al campo de su carrera.

Al final del semestre estos grupos de estudiantes, han dado resultados satisfactorios mediante la entrega final de proyecto en videoconferencia en Power-Point, con calidad razonable en teoría y práctica, incluso desarrollaron un prototipo en físico, como parte del proyecto final. Los autores de este trabajo, han logrado observar el potencial interés al aplicar esta metodología, en los jóvenes de QBC, por estas áreas de la física, que la han definido con sus propias palabras.

Palabras clave: electromagnetismo, óptica, STEM/STEAM, Enseñanza de la Física, QBC.

Enseñanza - LXV-005354

11:00-13:00 Detector de chispas de partículas alfa con circuito de conteo *Patricia Raquel Avilés Mandujano (pamm@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Oscar Ignacio Chiu Escamilla (oscarchiu@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Dalila Martínez Molina (dalilamm@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Se presenta el diseño de un detector de chispa de partículas alfa y un circuito contador. Las partículas alfa son partículas cargadas con poca penetración en la materia con energías cinéticas del orden de 5 MeV y muy efectivas para ionizar el aire. Esta propiedad se aprovecha para generar una descarga eléctrica, es decir, una chispa y así detectar la presencia de dichas partículas. El detector de chispa consiste en un arreglo de dos electrodos aplicando entre ellos un voltaje cuya magnitud depende de la geometría y distancia entre ellos. En el presente trabajo se presentan dos configuraciones de electrodos, en una se usa una malla y un alfiler y en la otra, igualmente, un malla de alambre y un alambre. Aprovechando el campo eléctrico generado en una punta el voltaje de rompimiento para generar la chispa es menor que en otras geometrías como es el caso de un alambre. Con ambas configuraciones se hicieron mediciones de distancia de una muestra de Americio 241 al detector de chispa y número chispas detectadas por un circuito basado en un diodo y acoplado a una placa Arduino Uno para su conteo.

Enseñanza - LXV-005552

11:00-13:00 Percepción de la polarización de la luz mediante el fenómeno del “Cepillo de Haidinger”

Miguel Angel Uroza Alonso (miguel.urozaa.acad265@pue.conalep.edu.mx), Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica;

Jesús Manuel Rosete Castillo (jesus.rosetec.acad265@pue.conalep.edu.mx), Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica;

Abraham Luna Castellanos (aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**María Luisa Edith Ortega Cruz (edith.ortega.265@pue.conalep.edu.mx), Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica; *Expositor.*

Con el objetivo de enseñar a una población estudiantil de nivel técnico-profesional el tema de la polarización de la luz y que se puede percibir de manera sencilla con la vista, se realizó una actividad práctica que muestra que “descubrir” el fenómeno de la polarización de la luz, directamente con su vista y de la misma manera que perciben el color o la intensidad de la luz, motiva y propicia el aprendizaje significativo del fenómeno, ya que pueden usarlo como potencial herramienta en el diagnóstico de la

salud visual, utilizado por optometristas y profesionales de la salud visual. El experimento aprovecha la luz polarizada que produce todo monitor plano (celular) y se realizó durante las clases de física en las que el estudiante aborda el tema de la luz polarizada. A los estudiantes se les pedía su consentimiento para identificar el patrón entóptico denominado “Cepillo de Haidinger” (HB) y que contestarán un pequeño cuestionario. El estudio se basa en la aplicación de un modelo fisiológico que describe el HB y del análisis de los datos recabados a una muestra de 258 estudiantes de bachillerato, relacionando la “identificación del patrón” Vs “Calidad de visión”, esto último evaluado por el subconjunto de los estudiantes del área de optometría, quienes diagnosticaron y distinguieron el potencial del tema para identificar y prevenir padecimientos oculares graves. El experimento pone en práctica los conocimientos adquiridos del estudiante a lo largo de su preparación técnico-profesional en la detección, seguimiento y diagnóstico de algún padecimiento ocular en una etapa temprana y de una manera sencilla.

Enseñanza - LXV-005576

11:00-13:00 Simulación de la dispersión y atenuación de ondas electromagnéticas de alta frecuencia en medios dependientes del tiempo

S. Ramírez-Espinosa (sramireze@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 “Juan de Dios Batiz”;

G. E. Casillas-Aviña (casillas.avina.gael.emiliano@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 “Juan de Dios Batiz”;

B. U. Chávez-Aguirre (chavez.aguirre.bruno.uriel1@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 “Juan de Dios Batiz”;

**J. E. García-Ayala (enrique.garc.1212@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas; *Expositor.*

M. A. Enciso-Aguilar (mencisoa@ipn.mx), Instituto Politécnico, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación;

C. Couder-Castañeda (ccouder@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial;

J. J. Hernández-Gómez (jorge_hdz@ciencias.unam.mx), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial;

G. A. Yáñez-Casas (g.yanezcasas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial;

El estudio de la interacción entre las ondas electromagnéticas y diversos materiales ha ocupado parte importante de la investigación tanto en física teórica como aplicada. El surgimiento de avances tecnológicos como las comunicaciones 5G, que pueden operar en la parte centimétrica del

espectro electromagnético, obliga a revisar la interacción de esta porción del espectro con diversos medios. En este trabajo, se plantean medios de propagación mediante relaciones constitutivas dependientes del tiempo, con el objetivo de simular propagación electromagnética en presencia de hidrometeoros. Para ello, se formulan las ecuaciones de Maxwell en medios materiales para medios lineales, homogéneos e isotrópicos dependientes del tiempo, y se resuelven numéricamente en el caso bidimensional en modo transversal eléctrico, mediante el método de diferencias finitas en el dominio del tiempo, implementando condiciones de frontera absorbentes tipo convolucionales (CPML). Para simular fenómenos hidrometeorológicos, se utilizan propiedades electromagnéticas reales de agua/hielo y se utiliza un algoritmo paralelo de números pseudo-aleatorios altamente eficiente: el método de Zigurat.

Los experimentos numéricos se llevaron a cabo en un dominio rectangular de $10 \times 3 \text{ m}^2$, modelando la propagación de dos fuentes sinusoidales de frecuencias de 5GHz (WiFi5) y 25GHz (5G). Para el caso de 5GHz, las simulaciones muestran dispersión de la energía propagada moderada, generando ruido electromagnético al establecerse modos resonantes en la región de propagación. Para el caso de 25GHz, los resultados muestran una absorción fuerte de la energía electromagnética, debido a que la longitud de onda propagada es del orden del tamaño característico de los hidrometeoros que se encuentran en la naturaleza.

Enseñanza - LXV-005588

11:00-13:00 La(s) teoría(s) de los dos fluidos para la superfluidez ¿Un condensado de Bose-Einstein o excitaciones colectivas de Landau?

G. A. Yáñez-Casas (g.yanezcasas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial;

S. Ramírez-Espinosa (sramireze@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 “Juan de Dios Batiz”;

J. E. García-Ayala (enrique.garc.1212@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas;

G. E. Casillas-Aviña (casillas.avina.gael.emiliano@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 “Juan de Dios Batiz”;

J. J. Hernández-Gómez (jorge_hdz@ciencias.unam.mx), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial;

**B. U. Chávez-Aguirre (chavez.aguirre.bruno.uriel1@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 “Juan de Dios Batiz”;* *Expositor.

Hoy en día, el primer contacto de los jóvenes con la física, es a través de medios informales como redes sociales o Youtube, en donde los ponentes suelen aproximarse solamente a ciertos temas populares. Uno de los fenóme-

nos que mas se presta para introducir conceptos cuánticos básicos es la superconductividad, tema que se encuentra recurrentemente en este tipo de recursos. No obstante, es difícil encontrar aproximaciones educativas a un fenómeno igualmente importante: la superfluidez. En este trabajo, se presentan los principales desarrollos históricos tanto teóricos como experimentales entorno al descubrimiento y descripción teórica de la superfluidez, haciendo énfasis en los fenómenos históricos que moldearon ineludiblemente el camino, así como los varios personajes históricos involucrados. Revisaremos la competencia entre oriente y occidente, y como cada camino llevó a la creación de dos distintas teorías que buscan explicar la fenomenología superfluida: dos teorías de los dos fluidos. Mientras Laszlo Tisza aseguraba que el estado superfluido era una manifestación del condensado de Bose-Einstein, Landau pensaba en excitaciones cuánticas colectivas. ¿Qué visión es la más adecuada desde el punto de vista experimental?

Enseñanza - LXV-005789

11:00-13:00 **Uso de las máquinas de Zeeman como una analogía a la región de coexistencia de fases en termodinámica e introducción a la teoría de catástrofes y caos.** *Adrián Arturo Huerta Hernández (adrian.huerta@gmail.com), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;*

**Miguel Angel De Jesus Pintor Vivanco (zs18011653@estudiantes.uv.mx), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA; *Expositor.*

La teoría de catástrofes es una rama de estudio de las bifurcaciones de sistemas dinámicos de interés para los sistemas complejos y la teoría del caos en donde pequeñas variaciones en las condiciones iniciales dan resultados muy diferentes. En este trabajo plantearé una analogía mecánica para explicar de manera didáctica los cambios de fase en la región de coexistencia de un sistema termodinámico ficticio, usando para ello un péndulo o una máquina de Zeeman. Esta actividad fue propuesta como una experiencia didáctica que se integra a las actividades del Laboratorio de Materiales Blandos ‘Portable’ de la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana durante el periodo de aislamiento Covid19, talleres a distancia, recursos y modelos didácticos.

Enseñanza - LXV-005805

11:00-13:00 **Análisis de Big Data para apoyar al profesor titular de grupo** *Jorge Montoya Zarate (j.montoya@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;*

Karim Paola Jiménez Cabral (karim.jimenez@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Gilberto Gómez Correa (gilberto.gomez@colegiocidad.edu.mx), Colegio Ciudad de México;

Mauricio García Vergara (maugu@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México;

**Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero (cuauhtli.86@gmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.*

En la preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa, al finalizar cada periodo del ciclo escolar 2021-2022 el titular de grupo de cuarto grado tiene acceso a un concentrado de calificaciones (archivo de Excel). Es posible utilizar esta información para aplicar un análisis de Big Data [1] con un software amigable para el docente (Excel). En dicho concentrado, se programó una función que le permite al titular conocer la prospectiva de alumnos que presentarán un examen final, así no solamente puede saber qué alumnos estarán en el final de cada materia, también puede saber el porcentaje de alumnos que presentarán cero finales, 1 a 3, 4 a 6, 7 a 9 o más de 9 exámenes finales al cierre de los seis periodos escolares. Además, al analizar las tendencias marcadas en el primer periodo, se logró identificar la existencia de tres clústeres (agrupamientos) que dividen a las 14 materias. Dichos agrupamientos coinciden con la cantidad de horas que se imparten a la semana. Es decir, se tiene un clúster correspondiente a las materias de 1 a 2 horas, otro que corresponde a las materias de 3 horas y un clúster de materias de 4 a 5 horas. Esto significa que a pesar de tener temáticas diferentes las materias tienen un comportamiento similar asociado a su número de horas. Para identificar la existencia de dichos clústeres se utilizó el coeficiente de correlación lineal aplicado sobre el número de estudiantes con prospectiva de examen final en el primer periodo. Y para mostrar su prevalencia, se aplicó dicho coeficiente al cierre del cuarto periodo, obteniendo valores de alta correlación para cada clúster.

Al profesor titular, este análisis de Big Data [1] le brinda la posibilidad de introducir su labor en la cultura del “data mining”, y le permite aplicar acciones preventivas y no solamente reactivas para mejorar el desempeño del alumno.

[1] Salazar, J. (2016). Big Data en la Educación. Revista Digital Universitaria UNAM. Vol. 17, No. 1, pp. 1-16.

Enseñanza - LXV-005813

11:00-13:00 **Clase Híbrida de Física de Preparatoria con Técnicas Centradas en la Escritura y Organizadores Gráficos** *Cesar Miguel Jaimes Torres (cesar.jaimes@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;*

Perla Karina Peña Prado (perla.pena@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

*Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero (cuauhtli.86@gmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.

La actual pandemia causada por la COVID-19 cambió radicalmente la dinámica del trabajo en el salón de clases. Y el sistema medio superior no fue la excepción, ya que durante prácticamente 8 meses consecutivos los alumnos de la Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa experimentaron clases virtuales impartidas mediante una plataforma digital (TEAMS) en el ciclo escolar 2021-2022. Sin embargo, el avance actual de la vacunación y el descenso en los contagios de COVID-19 ha permitió retomar parcialmente las actividades cotidianas en un formato híbrido, por ejemplo: dos tercios de los alumnos se encuentran en casa siguiendo el desarrollo de la clase en formato virtual mientras un tercio asiste a la sesión de forma presencial.

Si bien el formato híbrido permite recuperar un cierto nivel de “normalidad”, tanto para alumnos como para docentes, de forma explícita se necesita marcar una dinámica que posibilite la atención de ambos tipos de estudiantes: presenciales y a distancia. Para atender dicha situación, en el presente trabajo se desarrolla una clase en formato híbrido que utiliza explícitamente algunas de las técnicas

c
entradas en la escritura [1] y el uso de organizadores gráficos [2].

[1] Torres, A. (2018). Técnicas centradas en la escritura. [Contenido creado para Anáhuac Online]. México: Anáhuac Online. Disponible en:

<https://app.nearpod.com/presentation?pin=BAC6F00DA9F4F76C8B02BE60DFEB604>

1
[2] Torres, A. (2018). Técnicas que utilizan organizadores gráficos. [Contenido creado para Anáhuac Online]. México: Anáhuac Online. Disponible en:

<https://app.nearpod.com/presentation?pin=5763EAE8AE0AFA2494E8D6B6BE5A7D65>

Enseñanza - LXV-005828

11:00-13:00 LA FÍSICA EN UN PARQUE DE ATRACCIONES INFANTILES Lamberto Castro Arce (lamberto.castro@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur;

Kevin Josue Galaviz Beas (paoo.orozco@hotmail.com), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 188;

Ramsés Recio Puentes (paoo.orozco@hotmail.com), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 188;

Alejandro Moreno Vargas (paoo.orozco@hotmail.com), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 188;

Jorge Luis Urias Caballero (paoo.orozco@hotmail.com), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 188;

Jeimy Anali Barraza Perez (paoo.orozco@hotmail.com), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 188;

Eliezer Gutiérrez Cejudo (eliezergutierrez@gmail.com), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 188;

*Paola Berenice Orozco Casillas (paoo.orozco@hotmail.com), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 188; *Expositor.

Todos en algún momento de la vida, seguramente se han subido a algún juego mecánico de alguna feria, sin imaginar la cantidad de ciencia que hay detrás de ellos. Las montañas rusas, la rueda de la fortuna, los futbolitos, tiro al blanco, por ejemplo, no podría ser posible entenderlos en su funcionamiento sin los conceptos de velocidad, aceleración, así como gravedad, fricción, trabajo o energía. El Objetivo de este trabajo es conocer algunas implicaciones científicas, desde el punto de vista de la física, que lleva el funcionamiento de máquinas comunes, que se localicen en una feria o parque de atracciones.

Aprovechando las fortalezas de los estudiantes de física del bachillerato en visita de estudios a un parque infantil de diversiones, se pone en práctica un estudio y aplicación de nuestro curso, y han identificado los principales conceptos básicos de cinemática, dinámica así, como de electricidad y magnetismo; tomando como base esto, se construye una pequeña feria de atracciones. A pesar de enfocarse la mayoría de los proyectos en el movimiento circular, cada uno tiene sus implicaciones propias, por lo cual cada equipo discute por separado los parámetros y variables, como la velocidad, aceleración centrípeta etc., así como las dimensiones métricas, para su diseño a escala. Después de ver realizado el presente proyecto, se ha llegado a la conclusión de que la física es más entendible, cuando vemos las aplicaciones reales que puede llegar a tener. Estas aplicaciones son comunes para nosotros y son parte de nuestra diversión.

*Alumnos del Bachillerato.

Palabras claves: feria de diversión, cinemática, dinámica, enseñanza, bachillerato.

Enseñanza - LXV-005878

11:00-13:00 Oportunidades de Arbitraje en el Mercado Financiero y Teorías de Norma Jennifer López Chacón (jennifer.lopez@umich.mx), Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Luis Alberto Ramos Llanos (yo.larll@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Martha Beatriz Flores Romero (betyf@umich.mx), Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Alfredo Raya Montaña (alfredo.raya@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Las oportunidades de arbitraje en el mercado cambiario permiten a los operadores invertir una cantidad de recursos en una moneda y, mediante el intercambio a monedas extranjeras, mejorar la inversión mediante una ganancia neta, independiente de los detalles locales (modificaciones específicas del valor de cada moneda). Asumiendo un continuo de operadores y monedas, la dinámica de este sistema puede modelarse mediante las leyes de Maxwell donde las fuentes (cargas y corrientes) se pueden describir en términos de una inversión y un flujo de moneda entre los países que se difunden en todo el mercado. En este trabajo presentamos un modelo idealizado el mercado cambiario en estos términos.

Enseñanza - LXV-005990

11:00-13:00 **Diseño de un material didáctico para explicar el funcionamiento de un telescopio reflector.** Juan Carlos Ruiz Mendoza (juancr1@yahoo.com.mx), Universidad autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Av. Universidad s/n. Cd. Universitaria. San Nicolás de los Garza, N.L., México CP 66455;

Arturo Alberto Castillo Guzmán (arturo.castillo@uanl.edu.mx), Universidad autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Av. Universidad s/n. Cd. Universitaria. San Nicolás de los Garza, N.L., México CP 66455;

*Julia Lizeth García Villagrana (julia.garciava@uanl.edu.mx), Universidad autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Av. Universidad s/n. Cd. Universitaria. San Nicolás de los Garza, N.L., México CP 66455; *Expositor.

En este documento se muestra la metodología utilizada mediante el vínculo de la teoría con la práctica para explicar los conceptos básicos de los telescopios reflectores, para ello se diseñó una serie de componentes de acrílico que representan a las secciones cónicas como parábola, hipérbola y combinaciones de ellas para representar los telescopios reflectores, componentes ópticas y accesorios que nos permitan experimentalmente describir mediante las leyes de reflexión y refracción de la luz, su funcionamiento. Para llevar a cabo esta actividad primeramente se enuncian los conceptos teóricos y posteriormente, con los materiales diseñados, se muestra como ejemplo el arreglo experimental del Telescopio Cassegrain.

Enseñanza - LXV-006011

11:00-13:00 **ASTRO-FÍSICA ONLINE** *Lizeth Berenice Vargas Morán (liz.vargas888@gmail.com), UNAM; *Expositor.

Erika Alquicira Peláez (erika.alquiciera@ciencias.unam.mx), UNAM;

Malinalli Pérez Nieto (malinallipni@ciencias.unam.mx), UNAM;

Martha Irene Bello Ramírez (marthairene.br@libres.tecnm.mx), Instituto Tecnológico Superior de Libres;

Liliana Hernández Martínez (lilihe@ciencias.unam.mx), UNAM;

Ary Rodríguez González (ary@nucleares.unam.mx), UNAM;

Se presentará la primer parte del proyecto de ASTRO-FÍSICA ONLINE. Este proyecto consiste en la realización de cursos de astrofísica en línea. Los temas y conceptos necesarios son enseñados con material didáctico desarrollado por los participantes del proyecto, que incluyen videos, infografías, manuales de clase y códigos numéricos para resolver problemas astrofísicos. Todo esto, más ligas a otros materiales de consulta, serán montados en una página web para el uso del alumno.

La prioridad de estos cursos en línea es la enseñanza formal nivel licenciatura de conceptos astrofísicos, con finalidad de que los alumnos puedan desarrollar sus propios proyectos integradores de problemas astrofísicos. Es por eso por lo que los cursos están orientados a alumnos de ciencias básicas como la física, la matemática o la química. El realizar un proyecto de educación online permite que los cursos puedan ser impartidos en diferentes cursos que lo requieran en la Facultad de Ciencias o en cualquier otra entidad educativa interesada nivel licenciatura que esté interesada.

Enseñanza - LXV-006043

11:00-13:00 **Transdisciplina en la enseñanza de Física en Preparatoria: circuitos eléctricos y circuitos hemodinámicos** Perla Karina Peña Prado (perla.pena@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero (cuauhtli.86@gmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Jessica González Velasco (j.gv@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

*Sofía Cristerna Nava (s.cn@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.

Rodrigo Fernando Barrios Romero (rf.barrios@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Este proyecto fue implementado en la Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa por alumnos inscritos en sexto grado. Y es resultado de un trabajo transdisciplinario [1], al aplicar los principios de los circuitos eléctricos desarrollados en la materia de Física IV,

para resolver un circuito hemodinámico que representa la problemática denominada como: coartación de la aorta [2]. La coartación de la aorta ocupa un lugar destacado dentro de las cardiopatías congénitas y aunque dicha condición suele presentarse como un hecho aislado, puede asociarse en ocasiones a otras anomalías, es por ello que se requiere tener diferentes soluciones, siendo una de ellas, un circuito hemodinámico cuyas bases se encuentran sustentadas en un circuito mixto de resistencias eléctricas. La propuesta presentada no sólo plantea solucionar un problema relacionado con la salud, sino también aborda una nueva forma de aprendizaje y con ello, nuevas oportunidades para resolver diversos problemas de una manera más sencilla. La analogía que se realizó entre un circuito eléctrico y el cuerpo humano ayuda a comprender mejor lo que necesita el paciente y con base en esto se pueda tomar la decisión más adecuada para que las personas tengan una mejor calidad de vida.

- [1] De la Barrera, M. y Donolo, D. (2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. Revista Digital Universitaria [en línea]. Vol. 10, No. 4, disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art20/int20.htm>
- [2] Bermúdez, R. (2005). Coartación de aorta: posibles soluciones a un complejo problema. Revista Española de Cardiología. Vol. 58, No. 9, pp. 1010-1013.

Enseñanza - LXV-006095

11:00-13:00 Taller: construcción de levitadores acústicos de arreglos de transductores ultrasónicos
Kenia Zamora Arellano (kenia.zamora@uaem.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;
**Victor Ulises Lev Contreras Loera (victor@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Un levitador acústico es un dispositivo capaz de atrapar y sostener objetos micrométricos y milimétricos en posiciones específicas de fluidos, como el aire o el agua, mediante ondas ultrasónicas. La levitación acústica por medio de ondas estacionarias generadas dentro de cavidades resonantes es uno de los métodos más comunes y explorados debido a su potencial científico, tecnológico e industrial. Los levitadores acústicos utilizan generalmente transductores tipo Langevin (TL) como fuente de emisión ultrasónica. Sin embargo, en la última década se han desarrollado novedosos levitadores que sustituyen los TL por arreglos de múltiples transductores que son más compactos y pueden ordenarse para formas superficies radiantes de múltiples formas y geometrías y formar levitadores de diversas configuraciones. En 2017 se publicó en la literatura científica un levitador acústico basado en un diseño de cavidad concéntrica uniaxial al que llamaron TinyLev. Los autores de la publicación describen el diseño y caracterizan numérica y experimentalmente el desempeño del TinyLev, capaz de levitar en aire objetos con densidades de hasta 6.5 g/cm³. Además, el dispositivo se construye

con tecnología simple y de bajo costo, haciéndolo accesible para aplicaciones y actividades en la investigación y la divulgación científica.

En este taller teórico-práctico se presenta una guía para la construcción de un levitador tipo TinyLev y está dirigido a estudiantes e investigadores interesados en utilizar levitadores acústicos en sus estudios, cursos e investigaciones. Esta guía se basa en las instrucciones descritas en la página web <https://www.instructables.com/Acoustic-Levitor/> e incluye algunas modificaciones orientadas a mejorar el desempeño de los levitadores. Dichas modificaciones permiten, por ejemplo, construir cavidades con la capacidad de levitar objetos con densidades superiores a los 8 g/cm³ utilizando el 50 % de los transductores del diseño original de TinyLev.

Enseñanza - LXV-006133

11:00-13:00 Majorana: Contribuciones a la física y desaparición de una mente adelantada a su época
G. A. Yáñez-Casas (g.yanezcasas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial;
S. Ramírez-Espinosa (sramireze@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 "Juan de Dios Batiz";
B. U. Chávez-Aguirre (chavez.aguirre.bruno.uriel1@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 "Juan de Dios Batiz";
**J. J. Hernández-Gómez (jorge_hdz@ciencias.unam.mx), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial; *Expositor.*
Alberto Sánchez-De-Aparicio-Calvillo (sanchez.calvillo.alberto@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 "Juan de Dios Batiz";

Actualmente, el prestigio de algunos de los más grandes científicos del mundo es utilizado en el ámbito de la divulgación y difusión científica. Sus descubrimientos, experimentos, leyes e inventos, que hoy en día se plasman en blogs, podcasts, y videos en internet, son motivo para el desarrollo nuevas vocaciones científicas en la juventud actual. En este trabajo, se revisará la biografía de un prominente científico italiano, Ettore Majorana, haciendo hincapié en sus descubrimientos, investigaciones y trabajo científico. Pupilo genio de Enrico Fermi, su capacidad rivaliza con la de los mayores genios de la física del siglo XX. Se presentarán las contribuciones de Majorana en el campo de la física cuántica, como lo son la ecuación de Majorana, una ecuación de onda relativista paralela a la ecuación de Dirac, el fermión de Majorana (que es su propia antipartícula), hipotetizado por Ettore en 1937, así como las constelaciones de Majorana para la representación de un sistema cuántico, entre muchas otras. Se repasarán las razones por las que se afirma que su mente estaba muy adelantada a su época. De esta manera,

se busca darle visibilidad a este importante científico, no sólo por las historias que rondan en torno a su extraña desaparición y presunta muerte, sino por la grandeza de su obra en vida.

Enseñanza - LXV-006150

11:00-13:00 **Introducción al estudio de la Presión en la Termodinámica con el caso de la presión atmosférica** *Luis Miguel Trejo Candelas (*lmtrejocunam@gmail.com*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Omar Hernández Segura (*omar_hdez76@yahoo.com.mx*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México;

Ricardo Estrada Ramírez (*rmaestrada@yahoo.com*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México;

El estudio del concepto de Presión es el primer tema de la segunda unidad del programa de la asignatura Termodinámica que se ofrece como curso teórico - práctico en la facultad de Química de la UNAM durante el 2do. y 3er. semestres.

Durante nuestra experiencia como docentes hemos confirmado que nuestros estudiantes tienen dificultad en el aprendizaje de conceptos y habilidades relacionadas a la presión existente en sistemas gaseosos. El concepto presión es abstracto y los ejemplos que se emplean para ilustrarlo son poco concretas o favorecen ideas previas que consideran a la presión sólo como una fuerza.

Algunas preguntas que se busca responder al estudiar este tema son: ¿Qué es presión?, ¿Con qué se mide la presión?, ¿Cuáles son las unidades más frecuentes de la presión?, ¿Cuáles son las unidades de presión del Sistema Internacional (SI)?, ¿Qué es presión barométrica o atmosférica?, ¿Qué es presión absoluta?, ¿Qué es presión manométrica? y ¿Qué relación existe entre presión barométrica, presión absoluta y presión manométrica?

Para modernizar su enseñanza proponemos una secuencia didáctica con el modelo 5E al inicio del tema teórico que inicie el estudio de la presión con el caso de la presión atmosférica vía una selección cuidadosa de preguntas, experiencias de cátedra, videos, simulaciones, etc. que ayuden a explicitar las ideas previas y la comprensión gradual de la presión atmosférica de nuestros alumnos hasta alcanzar respuestas lógicas y plausibles. En algún momento de la secuencia es necesario introducir la teoría cinético molecular de los gases y su modelo de presión.

Estado Sólido - LXV-004471

11:00-13:00 **Propiedades de transporte en superredes periódicas de siliceno: Monomera, Dimera y Trimera.** Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@uaz.edu.mx*),

Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Sergio Molina Valdovinos (*sergiomv@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Outmane Oubram (*oubram@uaem.mx*), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Patricia Villasana Mercado (*patricia.villasana@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

*José Guadalupe Rojas Briseño (*jjgrojas@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El siliceno ha atraído la mirada de los trabajos científicos debido a las propiedades que posee tal como un gap intrínseco y que a su vez puede ser modulado por la aplicación de un campo eléctrico. La energía de interacción espín-órbita de 3.9 meV mientras que en el grafeno es prácticamente nula. La búsqueda de dispositivos versátiles en siliceno radica en la compatibilidad con la electrónica actual. En el presente trabajo presentamos el estudio teórico de la conductancia, polarización de valles y espín así como la magnetorresistencia de tunelaje (TMR) en superredes periódicas monomera, dimera y trimera para los casos simétricos y asimétricos. En el caso simétrico encontramos una mejora de la TMR en los casos dimeros y trimeros con respecto al monomero así como polarizaciones definidas. Para el caso asimétrico las propiedades fueron mejoradas aún más.

Estado Sólido - LXV-004596

11:00-13:00 **Estudio del transporte electrónico bajo el efecto del desorden estructural y la aperioidicidad en superredes aplicadas a fosforeno.** Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6 Ejido La Escondida 98160, Zacatecas Zacatecas, México;

Oracio Navarro Chávez (*navarro@unam.mx*), Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta 58190, Morelia Michoacán, México;

Outmane Oubram (*oubram@uaem.mx*), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa 62209, Cuernavaca Morelos, México;

*Eric Jovani Guzmán Ortiz (*eric.guzman@uaem.edu.mx*), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad

1001 Col. Chamilpa 62209, Cuernavaca Morelos, México;
*Expositor.

En años recientes, la investigación científica en materiales bidimensionales (2D) se ha incrementado exponencialmente debido a las extraordinarias propiedades físicas y electrónicas intrínsecas descubiertas en grafeno, silíceno, germaneno, fosforeno, entre otros. Además, la presencia de fenómenos exóticos tales como efecto hall cuántico de espín, tunelamiento Klein, alta movilidad de carga, efecto transistor de campo, polarización de espín y magnoterestencia gigante en los materiales 2D podrían ser aprovechados para futuras aplicaciones en nano-espintrónica. En este trabajo se investiga el efecto del desorden en el transporte balístico de los portadores de carga (electrones y huecos) a través de una superred de barreras electrostáticas de potencial aplicadas a una capa de fosforeno. Usando el método de la matriz de transferencia se calcula la transmisión y mediante el formalismo de Landauer-Büttiker se calcula la conductancia. En nuestros resultados se encontró que tanto el desorden estructural del ancho e intensidad del potencial, así como la aperiodicidad en las secuencias de barreras afectan notablemente en las propiedades del transporte, lo cual se explica muy bien por la redistribución de la densidad de estados.

Estado Sólido - LXV-004669

11:00-13:00 **Propiedades electrónicas y estructurales de la cromita LaCrO₃ dopado con Mn** Richard Falconi Calderón (phalconima@gmail.com), UNAM;

José Luis Benítez Benítez (jose.benitez@ujat.mx), UNAM;

Maurycy Solórzano Valencia (m.solorzano.ujat@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

Gonzalo Benjamín Hernández Silván (192a12049@alumno.ujat.mx), Colegio de Bachilleres de Tabasco N° 28;

*Karen Yamile Sánchez Ligonio (kary.ligonig0890@gmail.com), Colegio de Bachilleres de Tabasco N° 28; *Expositor.

La cromita de Lantano, LaCrO₃ es una cerámica tipo Perovskita con variantes cristalinas, cúbica (grupo espacial: Pm3m) y ortorrómbica (grupo espacial: Pnma y Pbnm). En este trabajo se sintetizó la cromita de lantano de grupo espacial (Pnma), con parámetros de la red: (a= 5.4803 Å, b= 7.7599 Å, c= 5.5168 Å). Se investiga el efecto en la estructura cristalina y las propiedades dieléctricas originado debido al reemplazo del ion Cr³⁺ por un ion aliovalente de Mn. Mediante la técnica de reacción en estado sólido, difracción de rayos x y refinamiento de Rietveld, se optimiza la ruta térmica de síntesis de los sistemas policristalinos LaCr_{1-x}Mn_xO₃ (con x = 0.0, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1). Se miden la constante dieléctrica, polarización eléctrica en función de la frecuencia del campo eléctrico aplicada para cada una de las muestras policristalinas. Los

resultados son analizados y comparados con otros sistemas con sustituciones de metales de transición.

Estado Sólido - LXV-004689

11:00-13:00 **Diseño experimental de metamateriales bidimensionales con disipación.** J. Jesús Arriaga Rodríguez (arriaga@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Alfredo Díaz De Anda (adiaz@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Miguel Roque Vargas (mroque@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los materiales electromagnéticos convencionales poseen en general una permitividad eléctrica ϵ y permeabilidad magnética μ complejas. Si los valores de estas cantidades son simultáneamente negativos se generan propiedades fuera de lo convencional, tales como índice de refracción negativo $n = -\sqrt{\epsilon\mu}$. Este es el campo de los denominados metamateriales electromagnéticos. De igual manera si las cantidades que rigen la propagación de las ondas elásticas, tales como la densidad de masa ρ y el módulo de volumen K son negativas se obtiene también un "índice de refracción negativo", esto corresponde al campo de los denominados metamateriales acústicos. En el presente trabajo se diseña y construye un metamaterial acústico con componentes solido-liquido. Se implementa un sistema de medición de la potencia acústica de una onda propagándose en dicha estructura. Se realiza un análisis teórico mediante elemento finito, utilizando el Software COMSOL y se comparan estos resultados con lo obtenido experimentalmente.

Estado Sólido - LXV-004857

11:00-13:00 **Estudio de propiedades electrónicas y ópticas de diferentes apilamientos de bicapa de fosforeno-negro/MoS₂** Álvaro Luis Morales Aramburo (amoral@fisica.udea.edu.co), Universidad de Antioquia;

Miguel Eduardo Mora Ramos (memora@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Carlos Alberto Duque Echeverri (carlos.duque1@udea.edu.co), Universidad de Antioquia;

Juan Carlos Martínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Julián David Correa Abad (jcorreaabad@gmail.com), Universidad de Medellín;

*Rebeca González Reyes (rebeca.gonzalez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Las heteroestructuras Van der Waals son apilamientos verticales de materiales bidimensionales que han sido de gran interés para aplicaciones en diferentes campos de la ciencia. Un ejemplo es la heteroestructura conformada por

una capa atómica de Fosforeno Negro y otra de Disulfuro de Molibdeno (MoS_2), la cual ha sido novedosa para aplicaciones electrónicas, fotovoltaicas y optoelectrónicas, debido a su alto coeficiente de absorción para transiciones ópticas, alta movilidad de portadores de carga y alta capacidad de respuesta de fotodetección. En este trabajo se calculan las propiedades electrónicas y ópticas con la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) de una bicapa de Fosforeno-Negro/ MoS_2 considerando dos posibles apilamientos y usando diferentes funcionales. Este estudio nos permite comparar las propiedades resultantes entre los apilamientos, entender su comportamiento y determinar el apilamiento más estable.

Estado Sólido - LXV-004907

11:00-13:00 **Control del flujo de corriente en bicapas rotadas de grafeno** *Thomas Werner Stegmann (stegmann@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

José Eduardo Barrios Vargas (j.e.barrios@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;

Yonatan Betancur Ocampo (y.betancur@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Montserrat Navarro Espino (monsene10@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Jesús Arturo Sánchez Sánchez (jasanchez@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se propone un dispositivo nanoelectrónico basado en la bicapa rotada de grafeno (TBLG por sus siglas en inglés) que permite controlar el flujo de la corriente. La corriente electrónica y balística que es inyectada en el borde de la capa inferior es guiada preferencialmente hacia uno de los bordes laterales de la capa superior. La corriente es guiada hacia el borde lateral opuesto si el ángulo entre las capas es revertido o si los electrones son inyectados en la banda de valencia en lugar de la banda de conducción. Lo anterior hace posible el control del flujo de corriente mediante compuertas eléctricas. Cuando las dos capas de grafeno se encuentran alineadas, la corriente atraviesa el sistema sin cambiar su dirección inicial. El ángulo de desviación observado supera el ángulo de rotación y se manifiesta para un amplio rango de parámetros accesibles de manera experimental. El origen de este fenómeno yace en el ángulo de giro y la forma trigonal de las bandas energéticas más allá de la singularidad de van Hove que surgen a partir del patrón de Moiré. Dado que la forma de las bandas energéticas depende del grado de libertad de valle, la corriente desviada se encuentra parcialmente polarizada en el valle. Nuestros resultados muestran cómo controlar el flujo de corriente en sistemas TBLG y son de relevancia tecnológica en aplicaciones de twistrónica y valletrónica [1].

[1] Sánchez-Sánchez, J. A., Navarro-Espino, M., Ocampo, Y. B., Vargas, J. E. B., & Stegmann, T. (2022). Steering

the current flow in twisted bilayer graphene. *Journal of Physics: Materials*.

Estado Sólido - LXV-004976

11:00-13:00 **Estudio de la correlación sobre la estructura cristalina, propiedades magnéticas y microestructura de la hexaferrita de estroncio mediante la inserción de neodimio.** *Verónica Elvira Salazar Muñoz (veronica.salazar@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;*

Javier Gustavo Cabal Velarde (javelarde@itesi.edu.mx), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato;

Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (azdrubal_guerrero@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

**María Fernanda Ramírez Ayala (ra415852@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se sintetizaron polvos de hexaferrita de estroncio mediante el método del complejo polimérico (Pechini). Se investigó simultáneamente el efecto del contenido de neodimio, la temperatura de sinterización y la técnica de síntesis sobre las propiedades estructurales, magnéticas y microestructurales de la hexaferrita. Las muestras preparadas se calcinaron a una temperatura de 1100°C , durante 2 horas. La distribución de cationes de la hexaferrita se modificó mediante la inserción de iones Nd^{3+} respecto a los iones Fe^{3+} , esta relación fue igual a $\text{Nd}/\text{Fe} = 0.009, 0.018, 0.027, 0.037$. Las muestras se renombraron de acuerdo a la cantidad de elemento dopante; SrM (referencia), Nd1 (0.009), Nd2 (0.018), Nd3 (0.027) y Nd4 (0.037). Se detectó en pequeños porcentajes la presencia de hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) como una fase secundaria en la muestra Nd4, es decir, cuando se aumentó sistemáticamente la relación Nd/Fe . Las fases cristalinas, la estructura, la morfología de las muestras y el diámetro de partícula se determinaron mediante Difracción de rayos X (XRD), a partir del método de refinamiento Rietveld con el programa MAUD, Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM) y análisis de las imágenes con el programa ImageJ. Mientras que las propiedades magnéticas se midieron a temperatura ambiente usando un Magnetómetro de Muestra Vibrante (VSM) con un campo aplicado de 20 KOe. Los resultados exhibieron que todas las muestras presentaron fase hexagonal tipo M y los picos característicos de compuestos de Nd cuando $\text{Nd}/\text{Fe} \leq 0.037$ no fueron evidentes. Las muestras poseen un diámetro de partícula de 190.42 nm (Nd1), 130.17 nm (Nd2), 112.93 nm (Nd3) y 118.40 nm (Nd4) respectivamente, con forma de plaqueta hexagonal, alargada y semiesférica. En cuanto a los parámetros magnéticos se obtuvieron valores de $M_s = (59.83 - 73.69 \text{ emu/g})$ y $H_c (5.60 - 6.04 \text{ kOe})$.

11:00-13:00 Brewster angle of thermal diffusivity waves at an interface *Jesús Manzanares Martínez (jesus.manzanares@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA;*

**César Augusto Romero Ramos (a212206218@alumnos.uson.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.*

In this work, we study the existence of the Brewster angle for thermal diffusivity waves. We analyze the propagation of plane thermal waves impinging upon an interface between two media. The condition of zero-reflection defines the Brewster angle. We demonstrate that the Brewster angle only exists for specific combinations of diffusivity and thermal conductivity of the incidence and transmission media.

Estado Sólido - LXV-005237

11:00-13:00 Estudio de las propiedades ópticas de bicapa de grafeno rotado *J. Madrigal-Melchor (jmadrim@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*

I. A. Sustaita Torres (ireri.sustaita@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

J. S. Pérez-Huerta (jsperez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

**G. A. Navarro-López (ganavarrolopez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Con la finalidad de determinar futuras y múltiples aplicaciones en la fotónica moderna, y dado que la bicapa de grafeno rotada presenta propiedades ópticas interesantes se estudió la respuesta óptica de sistemas de bicapa de grafeno rotado para diferentes ángulos de rotación entre capas. En este estudio se analizaron los espectros de transmisión (T), reflexión (R) y absorción (A) para un sistema de bicapa de grafeno rotado para diferentes ángulos de incidencia de las ondas electromagnéticas (OM) tanto para polarización *TE* y *TM*, a través del método de matriz de transferencia tipo Pochi-Yeh. Los espectros ópticos *T* y *A* dependen fuertemente del ángulo de rotación entre las capas; para la absorción la amplitud del espectro disminuye conforme el ángulo de rotación entre capas disminuye para ambas polarizaciones; en el caso del espectro de transmisión la amplitud aumenta conforme se incrementa el ángulo entre las capas. Para polarización *TE* obtenemos que conforme se incrementa el ángulo de incidencia de la *OM* el espectro de transmisión disminuye su amplitud. Por otro lado, para polarización *TM* el espectro de transmisión se incrementa su amplitud. En el caso del espectro de absorción su amplitud se incrementa para *TE* y disminuye para *TM*. Finalmente, comparamos los espectros de la bicapa de grafeno rotado con los correspondientes de una monocapa de grafeno prístino.

11:00-13:00 Efecto del confinamiento cuántico en las propiedades electrónicas de nanoalambres de **CsSnI3** *Miguel Cruz Irisson (irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan;*

Fernando Salazar Posadas (fsalazar.posadas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan;

Álvaro Miranda Durán (amirandad@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan;

Margarita Clarisaila Crisóstomo Reyes (mcrisostomo@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional-CECYT 8 Narciso Bassols;

Alejandro Trejo Baños (alejandtb13@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan;

Ivan De Jesús Ornelas Cruz (iornelas.ipn@gmail.com), Universidad de São Paulo, Instituto de Química de Sao Carlos;

**Julio Zuriel González Vázquez (zuriel.gov@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacan; *Expositor.*

En los últimos años las perovskitas híbridas de $\text{NH}_3\text{CH}_3\text{PbI}_3$ han atraído mucha atención debido a sus capacidades para mejorar la eficiencia de celdas fotovoltaicas, sin embargo su baja estabilidad y alta toxicidad evitan que su uso sea amplio en el sector. Es por ello que otros materiales como la perovskita inorgánica CsSnI_3 han empezado a ser estudiadas debido a sus capacidades similares pero con mayor estabilidad y menor toxicidad. Hasta el momento no se ha analizado el efecto del confinamiento cuántico en las propiedades de este tipo de perovskitas, lo cual podría ser de gran utilidad para hacer ingeniería de la brecha prohibida de energía y mejorar sus capacidades como absorbedores solares. En este estudio, mediante la teoría de funcionales de la densidad, con la aproximación del gradiente generalizado se analizaron las propiedades electrónicas de nanoalambres de perovskita CsSnI_3 . Los nanoalambres se modelaron al remover átomos fuera de una circunferencia en la dirección [001] a partir de un cristal prístino de CsSnI_3 . Los resultados muestran que, como se anticipó la brecha de energía de la perovskita creció respecto a su contraparte en bulto a granel, y que esta brecha disminuye conforme el diámetro del alambre aumenta. Los resultados demuestran que es posible realizar una ingeniería de la brecha prohibida de energía mediante el confinamiento cuántico, lo cual podría ser más controlable que otros métodos como el dopaje, lo cual aumenta las posibilidades del empleo de esta perovskita en aplicaciones fotovoltaicas.

Estado Sólido - LXV-005368

11:00-13:00 Surgimiento de Estados de Borde en un Cristal Fonónico Bidimensional *Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;*

María Gabriela Báez Juárez (gbaz@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

Enrique Flores Olmedo (efo@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

Noé Zamora Romero (noe.zamora.r@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

Bryan Manjarrez Montañez (manjarrez.br@gmail.com), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Sara Neftalí Martínez García (sara.neftali@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;*

**Expositor.*

Los estados de borde son niveles de energía permitidos que se encuentran dentro de la banda prohibida, y tienen la peculiaridad de que se localizan únicamente en los bordes del material, de tal forma que se comportan como aislantes en el interior y como conductores en las fronteras. En este trabajo se presenta el estudio de la transmisión de vibraciones mecánicas en un cristal fonónico bidimensional finito, el cual posee una estructura periódica formada por placas cuadradas unidas por pequeños conectores. Se obtuvo el diagrama de dispersión, utilizando condiciones de contorno de Floquet para simular un cristal infinito, y se encontró una brecha completa para frecuencias entre 27 kHz y 32 kHz, aproximadamente. Por otra parte, al simular el cristal finito con 64 celdas unitaria, se observó una reducción en lo ancho de la brecha, debido al surgimiento de estados de borde. Finalmente, se utilizó espectroscopía de resonancia acústica para medir los espectros de frecuencia del cristal finito y corroborar los resultados numéricos. Los resultados experimentales demostraron la existencia de los estados de borde y de la banda prohibida predicha. A pesar de que estos estados de borde no corresponden a aislantes topológicos, podrían ser utilizados para el desarrollo de nuevos metamateriales.

Estado Sólido - LXV-005404

11:00-13:00 Estructura de bandas de superconductores de alta temperatura crítica *Marcela Dolores Grether González (mdgg@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Luis Abraham García Hernández (fislagh@gmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las propiedades físicas que caracterizan a los superconductores (SCs) de alta temperatura crítica ($H-T_c$) como la resistencia nula, el efecto Meissner, la cuantización del flujo magnético y el efecto Josephson, así como *gaps* en el espectro de energía de excitación son bien conocidas, sin embargo aún no es posible relacionarlas dentro de la

misma teoría. Debido a que la mayoría de los SCs de esta familia pueden considerarse estructuras en dos dimensiones, el actual auge de investigaciones para materiales que presentan esta característica motiva la determinación de su estructura de bandas y sus respectivas propiedades físicas a partir de cálculos de primeros principios. En este trabajo se presenta un estudio ab initio de los SCs de $H-T_c$ en el que se determina su estructura de bandas con distintos dopantes metálicos/semiconductores y en el que se explora la importancia de un acoplamiento medio al considerar las interacciones entre pares de Cooper de electrones y huecos. Adicionalmente se determinan las propiedades termodinámicas que permiten relacionar el estado SC con altas presiones.

Estado Sólido - LXV-005433

11:00-13:00 Análisis óptico y mecánico de compósitos hechos de resina cristal con plásticos PLA Y PE *Mario Enrique López Medina (marioenrique.lopez@upaep.mx), UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA;*

Izbeth Hernández López (izbeth.hernandez@upaep.mx), UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA;

Pablo Marco Trejo García (pablomarco.trejo@upaep.mx), UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA;

Ricardo Alexis Luna Villegas (ricardoalexis.luna@upaep.edu.mx), UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA;

Fidel Alejandro Montiel Flores (fidelalejandromontiel@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla;

**Georgina Zeron Cabrera (georgina.zeron@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; *Expositor.*

Las propiedades mecánicas presentes en un material dan pauta a la posible aplicación tecnológica-industrial de estos. Es por eso que en este trabajo se estudian bajo pruebas de tracción y dureza probetas de resina cristal con inclusiones de limadura de polímero (PLA) y polímero (PE) variando la concentración en peso de estas hasta un máximo del 5%. Para cada probeta se determinaron el módulo de elasticidad, la dureza, el esfuerzo de cedencia y fractura. Además, con el uso de un microscopio óptico se compararon las superficies de las probetas. Como resultado de este experimento se pudieron contrastar los resultados de las diferentes muestras fabricadas.

Estado Sólido - LXV-005462

11:00-13:00 Mejoramiento de los Parámetros de Rendimiento de un Sensor Óptico SPR con materiales 2D para monitoreo de CO_2 *J. Madrigal-*

Melchor (*jmadrim@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

G. Sánchez Sandoval (*gerardo.sanval1390@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

E. Y. Martínez Escobar (*martinezescobaryasmin7@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

D. B. Del Muro Longoria (*belenlongoria1321@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Jefté Ceballos-Zumaya (*jceballoslumat@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*I.A. Sustaita Torres (*ireri.sustaita@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Los sensores ópticos basados en resonancia de plasmón superficial (SPR) recientemente han sido utilizados para la caracterización y detección en tiempo real de una amplia gama de compuestos, desde iones, proteínas y virus hasta pequeñas moléculas; lo cual les permite numerosos campos de aplicación como son los del monitoreo medioambiental, seguridad industrial, diagnóstico clínico, así como en el ámbito militar y aeroespacial, entre otros. Altas concentraciones de dióxido de carbono CO_2 afecta de manera dañina a los humanos y animales en general, y en particular, en nuestros hogares, lugares de trabajo, escuelas o cualquier otro lugar en interiores, ya que niveles de CO_2 de 2,000-5,000 ppm pueden producir en las personas, una baja en el nivel de concentración, dolores de cabeza, aumento del ritmo cardiaco y somnolencia, niveles de 100,000 ppm pueden producir pérdida del conocimiento y los niveles de 250,000 ppm o mayores pueden producir la muerte. En exteriores, altas concentraciones de CO_2 producen el efecto invernadero junto con otros gases. Con el avance en el estudio y aplicación de los materiales 2D, dadas sus extraordinarias propiedades, en este trabajo proponemos un sensor óptico SPR en base a materiales 2D, el cual está compuesto de una estructura multicapa con metal (como oro o plata), material 2D (capas de grafeno, o ZnO , o dicalcogenuro de metales de transición) y dieléctrico, para monitorear diferentes concentraciones de CO_2 . Los parámetros de rendimiento del sensor los obtenemos vía reflexión total atenuada a través del método de matriz de transferencia. Encontramos que los parámetros de rendimiento como la sensibilidad, la exactitud de detección y el factor de calidad, pueden ser mejorados mediante la combinación de los metales, el número de capas del material 2D y de los dieléctricos incluidos en el sensor. El trabajo se realiza para diferentes longitudes de onda, encontrando que los parámetros del sensor dependen fuertemente de ella.

Estado Sólido - LXV-005487

11:00-13:00 Estudio de las propiedades ópticas sistema multicapas de bicapas de Dicalcogenuros de metales de transición con grafeno incrustado

J. Madrigal-Melchor (*jmadrim@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

C. I. Cabrera (*carlos.cabreraperdomo@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Roberto Carlos Hernández Torres (*rch.t.1998@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Las propiedades ópticas de los materiales 2D en la actualidad son ampliamente estudiadas debido a sus potenciales aplicaciones en optoelectrónica. En particular, las heteroestructuras compuestas del dicalcogenuros de metales de transición (TMDs) con algún otro material 2D, digamos grafeno han llamado mucho la atención en recientes años. En este trabajo se estudian heteroestructuras compuestas de N número de bicapas de TMDs con de grafeno incrustado, para diferentes combinaciones de dicalcogenuros. Los espectros de transmisión, reflexión y absorción se calculan mediante el método de matriz de transferencia tipo Pochi-Yeh. Se observa que la absorción de la heteroestructura muestra picos predominantes en frecuencias definidas, moduladas por el número de bicapas, el tipo de dicalcogenuro y del potencial químico del grafeno. Además, la amplitud de la absorción llega a un valor máximo de saturación para frecuencias mayores a una frecuencia característica sin importar el número de bicapas que se tengan. Los espectros se calculan para polarización TE y TM, y se observa una mayor absorción en polarización TM.

Estado Sólido - LXV-005579

11:00-13:00 Longitud de localización entrópica para un modelo finito con desorden estructural *Gabino Corona Patricio (*gcoronap@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro; *Expositor.

Gaspar León Gil (*leon.gil.gaspar@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro;

Miguel Alejandro Arreguin Aguirre (*miguel.arreguin@umich.mx*), Escuela Preparatoria Melchor Ocampo;

Longitud de localización entrópica para un modelo finito desordenado

En este trabajo se estudia un modelo de Anderson 1D finito con desorden estructural. El desorden se manifiesta en el hamiltoniano del modelo como desorden fuera de la diagonal. Si se imponen condiciones periódicas para el modelo finito, la matriz hamiltoniana correspondiente al sistema se vuelve una matriz tridiagonal cíclica. Los autoestados pueden encontrarse diagonalizando la matriz. La longitud de localización entrópica puede calcularse a partir de los autoestados y compararse con la versión del modelo de Anderson de talla infinita. Se presenta la densidad de probabilidad de un autoestado particular.

Estado Sólido - LXV-005682

11:00-13:00 Estudio de primeros principios de las propiedades estructurales y electrónicas de cintas de porfirinas de magnesio fusionadas Romeo De

Coss Gómez (romeo.decoss@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional - Unidad Mérida;

Juan Hernández Tecorralco (jhdztecocorralco@gmail.com), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional - Unidad Mérida;

*Aura Nava Velázquez (aura.nava@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional - Unidad Mérida; *Expositor.

Las porfirinas son esenciales en distintos procesos biológicos y químicos de gran importancia, entre ellos la fotosíntesis, así como el almacenamiento y transporte de oxígeno en la sangre. El estudio de las porfirinas y sus macrociclos relacionados, ha permitido a la comunidad científica proponer numerosas aplicaciones tecnológicas en distintas áreas, como en celdas solares, sensores químicos, optoelectrónica, espintrónica y nanotecnología. Particularmente, las porfirinas se han utilizado como bloques de construcción para crear estructuras bidimensionales 2D o unidimensionales 1D. Se ha encontrado que las cintas unidimensionales de porfirinas fusionadas con triple enlace ($\beta-\beta$, meso-meso, $\beta-\beta$) poseen un valor muy pequeño del band gap HOMO-LUMO; característica que las convierte en excelentes candidatas a cables moleculares con alta conductividad. En este trabajo se estudiaron las propiedades estructurales y electrónicas de cintas unidimensionales formadas por porfirinas de magnesio fusionadas con triple enlace en las posiciones $\beta-\beta$, meso-meso y $\beta-\beta$. Nuestros cálculos computacionales fueron realizados dentro del marco de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) con la suite de códigos Quantum ESPRESSO. Utilizamos una base de ondas planas, pseudopotenciales de la librería GBRV, y con el funcional de intercambio y correlación en la aproximación GGA con la parametrización de Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE).

Estado Sólido - LXV-005795

11:00-13:00 Efecto de la transición cristalográfica en la Perovskita Doble $\text{Sr}(2-x)\text{Nd}_x\text{Fe}(1+y)\text{Mo}(1-y)\text{O}_6$ en las propiedades magnéticas

Oracio Navarro

Chavéz (navarro@unam.mx), UNAM;

Joaquín De La Torre Medina (delatorre@iim.unam.mx), UNAM;

Bertha Oliva Aguilar Reyes (baguilar@iim.unam.mx), UNAM;

*Tania Elizabeth Soto Guzmán (tania@iim.unam.mx), UNAM; *Expositor.

Las doble perovskitas, con fórmula $\text{ABB}'\text{O}_3$, son compuestos con gran relevancia debido al gran número de aplicaciones en espintrónica. El compuesto $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ (SFMO), es bien conocido por su polarización del spin, magnetorresistencia a bajo campo y alta temperatura de Curie (TC). Al sustituir el Estroncio con átomos trivalentes, principalmente lantánidos, se aumenta intrínsecamente el número de electrones itinerantes y, por ende, la TC. En el presente

trabajo se reporta la síntesis por estado sólido y la caracterización del compuesto $\text{Sr}(2-x)\text{Nd}_x\text{Fe}(1+y)\text{Mo}(1-y)\text{O}_6$ ($y=x/2$) ($0.05 \leq x \leq 0.45$). Por difracción de rayos-X, se observó una transición de fase estructural de tetragonal a monoclinica en el compuesto $\text{Sr}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Fe}_{1+y}\text{Mo}_{1-y}\text{O}_6$ en el rango de $x = 0.10$ a $x = 0.15$, esto de acuerdo con sus propiedades magnéticas y magnetorresistivas. La temperatura de Curie determinada por termogravimetría, aumenta con el contenido de Nd justo después de la transición estructural. Además, el aumento del dopaje de Nd hasta $x = 0,45$ en la estructura de doble perovskita conduce a una pérdida de magnetización de alrededor del 98% debido a los antisitios en la estructura.

Estado Sólido - LXV-005851

11:00-13:00 Búsqueda y análisis de las estructuras más estables de pequeños cúmulos de bimetálicos de AgAu Jorge Alberto Vargas Telléz (jvargas@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma De Zacatecas;

*Sergio Jovany López Muñoz (sergio.lopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma De Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se reportan las estructuras más estables de cúmulos atómicos de plata y oro que fueron obtenidas por medio de una técnica de algoritmo genético. El número de estructuras que se puede tener para un cúmulo de tamaño fijo aumenta exponencialmente con el número de átomos, más aún cuando se tienen dos tipos de átomos. Este tipo de sistemas generan una hipersuperficie de energía potencial compleja y hace necesario la utilización de una técnica de búsqueda de mínimo global. El Mexican Enhanced Genetic Algorithm (MEGA), desarrollado por uno de los autores, hace uso de las ideas de la teoría evolutiva para llevar a cabo una búsqueda selectiva de las mejores (y más probables) estructuras relajando los candidatos por medio de un paquete basado en la teoría del funcional de la densidad (DFT por sus siglas en inglés). Además de analizar las características de los cúmulos así obtenidos, se genera el espectro vibracional para poder comparar con resultados experimentales de espectroscopía de infrarrojo lejano.

Estado Sólido - LXV-005946

11:00-13:00 Hábitos y Velocidades de Crecimiento de Monocristales de Halita. Alfredo Josué Rodríguez González (alfredojo1997@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Diego González Baños (spaceman@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Adolfo Ernesto Cordero Borboa (cordero@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Carlos Javier Cureño Ayuardo (*carloscurenoayuardo@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

[1] Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, 04510, CDMX. [2] Instituto de Física, A.P. 20-364, Del. A. Obregón 01000, CDMX. Se crecieron en casa monocristales de halita a partir de una solución acuosa saturada de sal de mesa comercial. Sus hábitos cristalográficos se caracterizaron, usando un juego de geometría escolar y una lupa óptica. El precipitado policristalino en los bordes del recipiente se observó bajo un microscopio óptico. Hubo hábitos cúbicos, octaédricos y trapezoedrales, y, en los primeros, se observó una estructura central, más transparente que su entorno, en forma de "X" dirigida hacia los vértices del cubo, sugiriendo la existencia de campos de tensión mecánica interna, inducidos durante el crecimiento, de vértice a vértice del cubo, los cuales son visibles gracias a los cambios que causan en el índice de refracción del cristal. Para tres ejemplares, se midió la longitud (L) de una arista en función del tiempo (t). Resultaron, en dos casos, crecimientos proporcionales al tiempo, con velocidades de (3.4 ± 0.9) y $(2.9 \pm 0.7) \times 10^{-2} \text{ mm/h}$, es decir, cercanas a 16 parejas de iones Na^+ y Cl^- por segundo, y, en otro, crecimiento del tipo $\exp[(6.1 \pm 0.9) \times 10^{-5}]t$ sugiriendo que, si hay soluto disponible, entonces el cristal, al tener más área de contacto con la solución, junta más átomos a su estructura conforme el solvente se evapora.

Estado Sólido - LXV-005982

11:00-13:00 Diseño y Simulación Numérica de Aislantes Topológicos y Guías de Ondas Elásticas

María Gabriela Báez Juárez (gbaz@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;

José Eduardo Toral Zavaleta (jetz@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

Diego Alan Celaya Hernández (dach190397@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

**Enrique Flores Olmedo (efo@azc.uam.mx)*, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; *Expositor.

Sara Neftalí Martínez García (sara.neftali@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

Los Aislantes Topológicos elásticos son metamateriales que permiten el control inteligente de la propagación de las ondas elásticas, de tal forma, que pueden ser usados como guías de ondas. En este trabajo se muestra el diseño y la simulación numérica de dos materiales estructurados. En ambos casos, se obtuvieron los diagramas de dispersión utilizando condiciones de contorno de Floquet, donde se localizaron conos de Dirac. A partir de esta propiedad y rompiendo la simetría de la celda unitaria, se obtuvieron

transiciones de fase, característica de la teoría de bandas topológica. Este estudio nos permitió diseñar guías de ondas en materiales estructurados, jugando únicamente con la simetría. Por otra parte, se muestran algunos diseños que son reconfigurables, lo cual permite manipular el camino de las vibraciones en materiales estructurados. Estos resultados, podrían tener un gran impacto en el diseño de nuevos metamateriales que permitan el control de las ondas mecánicas o acústicas.

Estado Sólido - LXV-006072

11:00-13:00 Efecto del Li/Na intersticial en las propiedades electrónicas de nanoalambres de [110]-Ge.

Miguel Cruz-Irrison (irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Culhuacán, Ciudad de México, México;

Fernando Salazar Posadas (fsalazarp@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Culhuacán, Ciudad de México, México;

Alejandro Trejo Baños (alejandtb13@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Culhuacán, Ciudad de México, México;

Álvaro Miranda Durán (amirandad.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Culhuacán, Ciudad de México, México;

Jacqueline Rebollo (jacquel_reb@yahoo.com), Instituto Politécnico Nacional, CECYT núm. 10 "Carlos Vallejo Márquez", Ciudad de México, México;

**Pedro Morales Vergara (pmoralesv@ipn.mx)*, Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Culhuacán, Ciudad de México, México.; *Expositor.

Durante este trabajo, se estudiaron las propiedades electrónicas y mecánicas de nanoalambres de germanio (Ge) pasivados con hidrogeno (H), crecidos en la dirección cristalográfica [110] considerando tres diferentes diámetros. El estudio considera la inserción de átomos de Li o Na en posiciones intersticiales Td considerando diferentes concentraciones para las tres morfologías. Los cálculos se desarrollan a primeros principios (ab initio) utilizando la teoría del funcional de la densidad, en la aproximación de densidad local (LDA) con pseudopotenciales de Troullier–Martins, incorporado en el código SIESTA. Los resultados indican que para algunas concentraciones de Li o Na los nanoalambres tienen comportamientos metálicos y en otras de semiconductor. Por lo que el comportamiento electrónico del nanoalambre depende fuertemente de la secuencia de inserción de Li o Na. Los resultados de la energía de formación, indican que los sistemas se vuelven energéticamente menos estables conforme se incrementa la concentración de átomos de Li o Na. Este estudio ayuda a entender cómo se modifican las propiedades electrónicas de nanoalambres de Ge debido a la presencia de Li o Na intersticial.

Agradecimientos

Este trabajo es financiado por los proyectos multidisciplinarios 2020-2091, -2093, -2106 de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN. Los cálculos se realizaron en la supercomputadora Miztli de DGTIC-UNAM (proyectos LANCAD-UNAM-DGTIC-180 y 381) y el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México de la BUAP a través del proyecto 201903082N.

Estado Sólido - LXV-006092

11:00-13:00 Structural , Electronic and Optical Properties on N-doped HfO₂

José De Jesús Araiza Ibarra (araiza@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Juan Ortiz Saavedra (jortiz@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Javier Alejandro Berumen Torres (javier.berumen@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

José Juan Ortega Sigala (jjosila@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Edgar López Luna (e.lopezluna@gmail.com), Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Hugo Tototzintle Huitle (tototzintle@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Daniel Acosta Escareño (aedaniel@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Fernando Avelar Muñoz (fernando.avelar@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Luis Octavio Vásquez Contreras (luis.vasquez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

HfO₂ thin films doped with Nitrogen has been studied to observe their structural and optical properties. These structures were analyzed by XRD and UV-Vis spectroscopy. Typical monoclinical behavior was observed, and the optical band gap was calculated, observing the effect of nitrogen doping on the optical response. Band Structure and Density of States for m-HfO₂ and doped m-HfO₂ were analyzed to up to doping at 20% , to correlate DFT calculations with experimental results.

Estado Sólido - LXV-006114

11:00-13:00 Diseño y Modelado de un Sistema Magnético Superconductor Alternativo para una Fuente de Iones SECRAL utilizando Cable en Con-

ducto. *Jesús Madrigal-Melchor (jmadrim@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*

Daniel Chávez Valenzuela (daniel.chavez@ge.com), General Electric Healthcare;

Yemby Yahaida Huamani Tapia (yajaida995@outlook.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Marco Antonio Ortiz Villicaña (neutrintony@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

SECRAL (del inglés “Superconducting ECR ion source with Advanced design at Lanzhou”) es una ECRIS (“Electron Cyclotron Resonance Ion Source”) superconductor capaz de producir intensos haces de iones altamente cargados. SECRAL logró establecer corrientes de iones récord de estados de carga muy altos. En este trabajo, el Grupo de Investigación de Superconductividad Aplicada de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) presenta el diseño del sistema magnético superconductor para una ECRIS que tiene en común algunas características con SECRAL. La tecnología de Cable en Conducto (CIC del inglés “Cable-In-Conduit”) se implementó para reducir la cantidad de cable superconductor, reducir el consumo de helio líquido e incrementar el rango operativo del campo magnético dentro de la cámara sin comprometer el diseño. Se llevaron a cabo simulaciones utilizando análisis de elemento finito para optimizar la distribución del campo magnético dentro de una cámara de plasma con las mismas dimensiones de la de SECRAL. El diseño propuesto es capaz de producir un campo magnético axial máximo de 4 T mediante el uso de 4 capas de CIC, cada capa tiene 20 vueltas alrededor de la cámara de plasma. El confinamiento radial del plasma se logra mediante un sextupolo magnético en el centro de la cámara de plasma. Adicionalmente, presentamos un análisis mecánico de la distribución de fuerzas dentro de la bobina superconductor y su efecto en la degradación de la corriente.

Estado Sólido - LXV-006128

11:00-13:00 Estudio DFT de la densidad de estados electrónicos de las aleaciones CdTe, GaAs y CdS

**Jennifer Esmeralda White Narvaez (jwhiten1500@alumno.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Daniel Romo Rico (dromor@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;

Misael Solorza Guzmán (binizicar@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional;

Ezequiel Rojas Hernández (erojash@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;

Gabriel Ramírez Damaso (gramirez@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;

Samuel Marquez Ramírez (samarquezr1400@alumno.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;

Guadalupe López Bueno (glopezb@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;

Fray De Landa Castillo Alvarado (fray.castillo@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional;
Oscar Cano Aguila (ocano@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;
Gabriel Baltierra Jasso (gbaltierra@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional;

Estudio DFT de la densidad de estados electrónicos de las aleaciones CdTe, GaAs y CdS

A pesar de haber sido descubierto a principios del siglo XX, el efecto fotoeléctrico encontró una de sus aplicaciones en las celdas solares hasta finales del mismo siglo, teniendo al silicio como uno de los elementos semiconductores esenciales. La eficiencia de las celdas solares de silicio es de cerca del 27 % de la conversión de la energía solar a eléctrica, lo que no las hace tan atractivas, motivo por el cual se han buscado otros materiales que tengan mayor eficiencia, a partir de su ancho de banda prohibida.

Para mejorar la eficiencia de las celdas solares se han propuesto otros materiales como el germanio (Ge), el arsénico (As), el galio (Ga) entre otros, además de sus aleaciones (CdTe, GaAs, CdS) cuyas eficiencias de conversión de la energía solar a energía eléctrica es del orden de 34 %. En este trabajo usamos la teoría DFT, empleando el programa de simulación molecular Materials Studio, en particular el módulo CASTEP para determinar su densidad de estados electrónicos, su estructura de bandas y su ancho de banda prohibido. También se presentan los resultados de su estructura geométrica de cada aleación, verificándose su aproximación con los datos experimentales reportados en la literatura [1].

Palabras clave: densidad de estados, telurio de cadmio, teoría DFT, arseniuro de galio.

Referencias [1] Página electrónica de NREL, <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>

Estado Sólido - LXV-006149

[11:00-13:00] Anclaje de polisulfuros mediante germano dopado para baterías de Li-S Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL;

Alvaro Miranda Duran (*amirandad@gmail.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL;

Jose Eduardo Santana Sánchez (*jesantanas1700@alumno.ipn.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL;

*Sergio Leonel Rosas Rojas (*leonelrosas10@gmail.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

Debido a la alta relación de volumen-superficie, se han empleado muchos materiales bidimensionales (2D) para aplicaciones de detección y almacenamiento de hidrógeno. En los últimos años, las baterías de litio-azufre (Li-S) han despertado un gran interés para ser usadas como una fuente de energía alternativa debido a las propiedades que esta posee, sin embargo, tiene una gran desventaja debido a

su degradación en el ánodo de Li. En los últimos años se han dedicado enormes esfuerzos a resolver este problema. En este trabajo fueron estudiados varios sistemas para mejorar y evitar la degradación de las terminales de la batería, empleando la teoría del funcional de la densidad. En un primer escenario, consiste en interaccionar diversos polisulfuros de Li en diferentes configuraciones en una monocapa de germanio (germaneno) dopada con un átomo de aluminio (Al). Los resultados obtenidos indican que en las diferentes reacciones el adsorbente (germaneno dopado con Al) no sufre deformaciones estructurales considerables. Adicionalmente, la energía de adsorción que se adquirió tiene un promedio de 3.03 eV para la adsorción de diversos polisulfuros de Li, con ello la energía de adsorción de Li₂S₂ muestra una mayor magnitud (4.15 eV) a comparación de las otras y el S₈ muestra una menor magnitud (1.21 eV). Estos resultados indican que las capas de Ge dopadas con Al pueden ser una opción a futuro para el desarrollo e innovación en la tecnología de baterías de litio-azufre.

Estado Sólido - LXV-006166

[11:00-13:00] Efecto del Li en las propiedades electrónicas de una bicapa de SiC Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

Fernando Salazar Posadas (*fsalazarp@ipn.mx*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

Alejandro Trejo Baños (*atrejoba@ipn.mx*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

Lucía Guadalupe Arellano Sartorius (*lucia.arellano.gin2017@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán, Department of Engineering Science, The University of Electro-Communications (UEC Tokyo);

*Ranferi Cancino Betancourt (*rcancinob1700@alumno.ipn.mx*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán; *Expositor.

Los nanomateriales bidimensionales (2D) o monocapas como el grafeno han despertado un gran interés en la comunidad científica, ya que estos poseen grandes ventajas en peso, control estructural y flexibilidad, y debido a su confinamiento presentan nuevas propiedades electrónicas. Estas nuevas propiedades cuales podrían impactar significativamente en distintas tecnologías. Una de las tecnologías con mayor impacto en la actualidad es la de las baterías de iones de litio, donde espera que con la aplicación de nanomateriales 2D se pueda lograr el aumento en la capacidad de almacenamiento de energía y densidad de potencia necesarios para enfrentar los desafíos futuros de la humanidad. En este trabajo se desarrolló un análisis de las propiedades electrónicas de una bicapa de carburo de silicio (SiC-BL) decorada con átomos de Li, implemen-

tando cálculos a primeros principios basados en la Teoría Funcional de la Densidad (DFT) mediante el código SIESTA. Se utilizó el funcional GGA-PBE. Se observó que la carga donada por los átomos de Li a la SiC-BL genera modificaciones en la estructura de bandas electrónicas y densidades de estados de cada sistema al ir aumentando la concentración de átomos de Li. Se modeló la adsorción de 1 a 6 Litios, posicionados en los sitios energéticamente más estables. Las estructuras combinadas de SiC demuestran propiedades únicas que las monocapas individuales no poseen. Por ejemplo, los casos en donde se agregaron de 4 a 6 átomos de Li en la bicapa hacen que las cargas eléctricas se puedan mover con facilidad por su interior comportándose como un material conductor siendo favorable para una futura aplicación en el almacenamiento de energía.

Física Atómica y Molecular - LXV-004650

11:00-13:00 Cálculo de las bandas de energía y función de pérdida de una monocapa de Difosfuro de Molibdeno MoP2 cuando se adsorbe una molécula de Oxido de Carbono *Luis Fernando Magaña Solís (fernando@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;*

Osiris Salas Torres (osalast@ipn.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - Instituto Politécnico Nacional;

**Eric Raymundo Garcés García (raygarces85@hotmail.com), Tecnológico Nacional de México-Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapalapa; *Expositor.*

Usando simulaciones de dinámica molecular de primeros principios (FPMD) a presión atmosférica y 300 K, investigamos la adsorción, las bandas de energía y la función de pérdida de una superficie del material 2D MoP2 cuando interacciona con una molécula de CO. Como primer paso, se encuentra la estructura de mínima energía de la interacción entre la monocapa de MoP2 y CO. Posteriormente, se calculan las bandas de energía, las funciones dieléctricas y la función de pérdida para este nuevo sistema. La energía de adsorción en la superficie de MoP2 fue de 0,9398 eV. Con la adsorción de la molécula de monóxido de carbono, se observa que el material casi se convierte en un semiconductor, pero sigue siendo un metal. Para la función de pérdida en el sistema MoP2-CO se observa que existen dos picos bien definidos, encontramos que la máxima pérdida aparece a una energía de 11.3 eV, ubicado en la región ultravioleta con un valor de 5.6×10^{15} /s. Hemos realizado nuestros cálculos utilizando el código de Quantum Espresso, con la aproximación GGA y GGA modificado para interacciones Van der Waals.

Física Atómica y Molecular - LXV-004655

11:00-13:00 Estudio del entrelazamiento en el modelo de Dicke con la base coherente eficiente y propuesta de optimización numérica *Daniel Julián Nader (djulian@uv.mx), Universidad Veracruzana;*

Leonardo Flores Torres (leonardoflot@gmail.com), Universidad Veracruzana;

**Adair Campos Uscanga (adaair160799@gmail.com), Universidad Veracruzana; *Expositor.*

Este trabajo se suma a los esfuerzos de recientes años de implementar el uso de la base coherente eficiente (BCE) en el estudio del Hamiltoniano de Dicke (\hat{H}_D) puesto que esta acelera la convergencia de su eigensistema y, en consecuencia, permite explorar sistemas de mayor número de partículas. En la representación de la BCE, se encontraron los eigenestados de \hat{H}_D , se replicaron valores ya conocidos de sus entropías de entrelazamiento asociadas y se analizó la estructura de sus coeficientes para estimar la viabilidad de un truncamiento diferenciado como un algoritmo de optimización durante la diagonalización numérica.

Física Atómica y Molecular - LXV-004923

11:00-13:00 Influencia de los estados electrónicos de antenas moleculares en la transferencia de energía en complejos Lantánido-Ligante *José Luis Hernández Pozos (jlhs@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;*

Emmanuel Haro Poniatowski (haro@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;

Luis Guillermo Mendoza Luna (luisgml@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;

Christian Javier Salas Juárez (chjsalasjuarez@gmail.com), Universidad de Sonora;

César Augusto Guarín Durán (cesarguarin@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;

**Juan Francisco Galicia López (juangalicia17@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.*

Uno de los mecanismos mediante el cual una molécula excitada puede regresar a su estado fundamental es a través de la transferencia de energía resonante (TER) [1]. Este proceso ocurre entre un donador (D) y un aceptor (A), que de forma clásica se modela como una interacción tipo dipolo-dipolo [2], y mediante el estudio de los espectros de emisión y absorción, se puede analizar la eficiencia de TER.

Un caso particular en donde TER se manifiesta son los complejos luminiscentes basados en iones lantánidos. En dichos complejos, el átomo central tiene transiciones f-f prohibidas, implicando bajos coeficientes de absorción y como consecuencia intensidades de luminiscencia débiles [3].

Sin embargo, si un ligante orgánico (por ejemplo 2,3,6-Tris(2-pyridyl)-1,3,5-triazine, TPTZ) reúne las caracterís-

ticas adecuadas puede funcionar como foto-sensibilizador (que actuaría como D) e incrementar la señal luminiscente del ion lantánido (ejemplo el Europio, el cual sería A) mediante transferencia de energía desde el D hacia el A. Dicho proceso que involucra TER es conocido típicamente como efecto antena [4].

En el presente estudio se emplean cálculos computacionales a nivel DFT para analizar los posibles estados electrónicos implicados en el efecto antena del complejo Eu-Ligante, con moléculas derivadas de TPTZ [5], los cuales serán la base para estudiar experimentalmente, por uso de láseres de femtosegundos, el proceso ultrarrápido de TER. Agradecemos a LANCAD y LSVP UAM-Iztapalapa por apoyo con horas de cómputo con el proyecto 26-2022.

Física Atómica y Molecular - LXV-005123

11:00-13:00 Perfil energético del modelo de migración de iones cloruro en el CIC-1. José Elpidio Morales Sánchez (*elpidio@uaslp.mx*), DFM UASLP; Soraida Cristina Zúñiga Martínez (*soraida.zuniga@uaslp.mx*), DFM UASLP; Azahel De Jesús Rangel López (*azahel.rangel@uaslp.mx*), COARA UASLP; María Irene Liliana Gallegos García (*liliana.garcia@uaslp.mx*), DFM UASLP; Carlos Antonio Llamas Castro (*llamascastrolcca@gmail.com*), Fac. Ciencias Químicas y DFM UASLP; *Pablo Guillermo Nieto Delgado (*guillermo.nieto@uaslp.mx*), DFM UASLP; *Expositor.

La proteína-canal CIC-1 es una estructura ubicua, con funciones de rol fisiológico en humanos y en otras muchas especies. Pese a su gran importancia aún se desconocen partes del funcionamiento del CIC-1; en el presente trabajo planteamos un modelo molecular de ella, usando la estructura cristalográfica 6COY con el fin de cuantificar el perfil energético del paso de los iones cloruro desde el lado intracelular hacia el interior del poro. Mediante DFT, cuantificamos en costo energético para el modelo propuesto de conducción iónica y se analizan los cambios energéticos ante cambios estructurales.

Física Atómica y Molecular - LXV-005880

11:00-13:00 Estudio teórico comparativo de reactividad ácido-base en cúmulos basados en titania y alúmina Filiberto Ortiz-Chi (*filiberto.ortiz@ujat.mx*), UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO; Jorge Alberto Galaviz Pérez (*jgp05924@docente.ujat.mx*), UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO; *Samuel Gordillo Lázaro (*172s4022@alumno.ujat.mx*), UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO; *Expositor.

Los óxidos de titania (TiO_2) y alúmina (Al_2O_3) han sido ampliamente estudiados desde la perspectiva experimental por sus aplicaciones como catalizadores y soportes catalíticos en la producción de compuestos de alto valor agregado. Un soporte catalítico debe poseer alta área superficial, así como estabilidad térmica y química. La titania es conocida por sus excelentes propiedades catalíticas pero menor área superficial en comparación con otros sistemas. Por otro lado, la alúmina tiene una mayor área superficial, pero menores propiedades catalíticas. En este trabajo presentamos un estudio teórico comparativo de reactividad ácido-base sobre la selección de cúmulos: $(TiO_2)_{10}$, $(Al_2O_3)_8$, y el óxido mixto de alúmina-titania $Ti_5Al_8O_{22}$. El $Ti_5Al_8O_{22}$ puede entenderse como una composición de los sistemas $(TiO_2)_5$ y $(Al_2O_3)_4$; manteniendo una relación en masa de aproximadamente 50:50 entre los moles de titania y alúmina que lo componen. Para todos los cúmulos considerados, la acidez en fase gas fue estudiada mediante la interacción del ion H^+ con los sitios de oxígeno mientras que la basicidad se prueba mediante la interacción del NH_3 molecular con los sitios de titanio. Todos los cálculos finales fueron realizados con el software Gaussian 16 al nivel PBE0/Def2-TZVP. Se presentan las soluciones de mínima energía para cada caso, comparando las brechas HOMO-LUMO y las energías de adsorción relativas, además se muestran los valores de dureza química (η) y el índice de electrofilia (ω).

Agradecemos al Conacyt (Grant A1-S-26876) por el apoyo financiero.

Física Atómica y Molecular - LXV-005950

11:00-13:00 Entropías de la información para el Átomo de Helio Confinado Norberto Aquino Aquino (*naa@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Carlos Alberto Ruiz Estañón (*carloscbiuam1@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

En este trabajo se estudia el estado base del átomo de helio confinado en una barrera impenetrable utilizando la entropía de Tsallis y la complejidad Fisher-Shannon como una medida de la energía de correlación. Se utilizó una función de onda tipo Hylleraas muy sencilla en la cual interviene únicamente un término que contiene la correlación electrónica y se comparó con una función de onda sin incluir correlación electrónica para poder analizar como es afectada la distribución de la densidad electrónica.

Física Cuántica - LXV-004654

11:00-13:00 Los eigenestados s en un potencial de Coulomb truncado Alvaro Lorenzo Salas Brito (*asb@azc.uam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Hilda Noemí Núñez Yépez (nyhn@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

R.P. Martínez-Y-Romero (rmr@ciencias.unam.mx), Universidad de Paris;

El potencial de Coulomb truncado (PCT) $V(r)$ es el potencial radial $V(r) = -k/(\epsilon + r)$, en donde $\epsilon > 0$ es una constante. Esta interacción radial no tiene singularidades en el intervalo $r \in [0, \infty)$. Este potencial es útil para describir sistemas que requieran de una interacción coulombiana para $r \gg 0$ y que sea perfectamente regular en el origen de coordenadas.

Calculamos aproximadamente, a primer orden en ϵ , las energías de enlace para sus estados ligados con momento angular cero.

Estos estados ligados pueden ser considerados como una aproximación para los eigenvalores de la energía del sistema conocido como átomo de hidrógeno unidimensional. Mencionamos como se puede usar el PCT para el cálculo de los logaritmos dobles de Sudakov en QED.

Física Cuántica - LXV-004854

11:00-13:00 **Metodo algebraico de solución de la ecuación estacionaria de Schrödinger** Mario Alberto Maya Mendieta (mmaya@fcfm.buap.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN;

Arturo Fernández Téllez (arturo.fernandez.tellez@cern.ch), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN;

*Miriam Arenas Alvarez (marenas1304@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En esta ponencia presentamos un método algebraico de solución exacta de la ecuación diferencial estacionaria de Schrödinger para sistemas cuánticos ligados. Establecido el potencial que mantiene confinada a la partícula, se busca una solución (x) de la ecuación de Schrödinger que cumpla con las condiciones de frontera establecidas por ese potencial. A continuación se propone la solución para el estado n : $\psi_n(x) = P_n(x) e^{-V(x)}$ siendo $P_n(x)$ un polinomio de grado n . Se tienen entonces $n + 2$ cantidades desconocidas: los $n + 1$ coeficientes del polinomio y la energía E_n . En estas condiciones, con la ecuación de Schrödinger se construye un sistema homogéneo de $n + 1$ ecuaciones para $n + 2$ incógnitas, quedando libre una de ellas, que se determina por la normalización. No se utilizan series, como es tradicional, ni operadores diferenciales de escalera, ni el método NU, únicamente álgebra ordinaria. Para probar la validez de nuestro método, se aplica a sistemas con solución exacta, que aparecen en la literatura: el oscilador armónico, el oscilador isotónico, el potencial de Gol'dman-Krivchenkov y el potencial de Morse. Desde luego que se obtienen los mismos resultados, pero se observa la sencillez, conceptual y de cálculo, de nuestro método. No hemos encontrado algo equivalente en la literatura.

Física Cuántica - LXV-005422

11:00-13:00 **Efectos gravitatorios sobre la trayectoria de fotones, a partir de su propagación a través de las fluctuaciones del vacío.** Víctor Manuel Velázquez Aguilar (vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM;

Leonardo López Hernández (leonardo.physic_26@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM;

*Diego Alberto Lara Bustillos (godie_dalb@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

El vacío cuántico se puede concebir como una región en la que la energía fluctúa. Una componente de esa fluctuación consiste en pares de partícula-antipartícula. Es posible obtener la rapidez de la luz a partir de su propagación en el vacío cuántico [Urban, M., Couchot, F., Sarazin, X. et al. The quantum vacuum as the origin of the speed of light. Eur. Phys. J. D 67, 58 (2013)]. En este trabajo mostramos que la propagación de la luz en las cercanías de una masa también puede describirse a partir de su propagación en el vacío cuántico modificado por la presencia del campo gravitacional.

Física Cuántica - LXV-005770

11:00-13:00 **El papel del campo electromagnético del vacío en la transición de la mecánica clásica a la cuántica** Luis De La Peña Auerbach (luis@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Ana María Cetto Kramis (ana@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Retomamos el problema no relativista de una partícula cargada sujeta a una fuerza de amarre y al campo de radiación del punto cero (CPC), con el objeto de desvelar el mecanismo que nos conduce de una descripción inicialmente clásica a la cuántica. El efecto combinado del CPC y la reacción de radiación tiene como resultado la pérdida de las condiciones iniciales y la transición irreversible de la dinámica a un régimen estacionario controlado por el campo. En este régimen, las variables canónicas x, p quedan expresadas en términos de coeficientes de respuesta dipolar de la partícula al campo. Un ordenamiento de estos coeficientes conduce a la representación matricial de la mecánica cuántica y al conmutador básico $[x, p] = i\hbar/2$. La conexión con la correspondiente ecuación de Fokker-Planck en la aproximación markofiana permite además obtener las correcciones radiativas (no relativistas) de la electrodinámica cuántica. Estos resultados reafirman la naturaleza esencialmente electrodinámica y estocástica del fenómeno cuántico.

Física de Radiaciones - LXV-005181

11:00-13:00 **Radiation-induced reactions of hydroxyl acids** Sergio Ramos-Bernal (*ramos@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Claudio Fuentes-Carreón (*claudio.fuentes@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Alejandro Heredia (*aheredia@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Anayelly López-Islas (*anayelly.lopez@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Jorge Cruz-Castañeda (*jorge.cruz@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Adriana Meléndez-López (*adriana.melendez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;
 *Alicia Negrón Mendoza (*negrón@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Research on the radiolysis of hydroxy acids is of considerable interest since these compounds are essential nutritional constituents in foods and dietary supplements. Despite these considerations, there are few data, and very often are difficult to compare in their radiolytic behavior of hydroxy acids. This work is focused on studying the radiolysis of glycolic acid, malic acid, and citric acid in aqueous solutions. To this end, carboxylic acids were exposed to different doses of gamma radiation. Gas chromatography and UV-spectroscopy followed the irradiation procedure. The results showed a dependence of the decomposition as a linear function of the dose. The principal pathway to decomposition is the loss of the hydroxyl group.

Física de Radiaciones - LXV-005574

11:00-13:00 **Respuesta Termoluminiscente del TLD-100 irradiado con protones de 5 keV** Patricia Raquel Avilés Mandujano (*pamm@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Beatriz Elizabeth Fuentes Madariaga (*beatriz.fuentes@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Juan López Patiño (*juanchos@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Jannet Ramírez Legorreta (*lego468@hotmail.com*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;
 *Hugo Evelio Vázquez Hernández (*ankario_ventolin@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;
 *Expositor.

En este trabajo se presenta el estudio realizado al material termoluminiscente TLD-100, su respuesta TL total, la evolución de las curvas de brillo irradiadas con protones de 5 keV a diferentes fluencias de $1.30 \times 10^{10} \text{cm}^{-2}$ a $1.13 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$, una comparación con las curvas de brillo de para protones de 0.7, 1.5 y 3.0 MeV y para rayos gamma de ^{137}Cs . Los TLD-100 fueron irradiados en el acelerador lineal del Taller de Colisiones y procesados en el Taller de Física de Radiaciones I de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Los resultados presentados muestran que las formas de las curvas de brillo difieren de las reportadas para protones de otras energías y de las obtenidas para rayos gamma de ^{137}Cs , pero son consistentes con las curvas de brillo para protones y argón de 8 keV. Nuestras conclusiones podrían ser útiles y motivar el desarrollo de nuevos proyectos de relacionados con la irradiación del TLD-100 con iones de muy muy bajas energías. Proyecto apoyado por PAPIIT, IN115718.

Física de Radiaciones - LXV-005865

11:00-13:00 **AN APPROXIMATION TO ESTIMATE THE TOTAL RADIUM FROM MEASUREMENTS OF THE EFFECTIVE RADIUM** Daniel Palacios Fernandez (*dpalaciosf@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú;
 Patrizia Pereyra Anaya (*ppereyr@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú;
 Victor Viera Castillo (*victor.viera@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú;
 *Rafael Liza Neciosup (*raliza@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú; *Expositor.

According to several studies, the distribution of parent radium atoms (^{226}Ra) in soil grains, and grain size distribution are important factors affecting radon emanation. Thus, we have conducted experiments and simulation studies to estimate the radon emanation factor and the effective radium content as a function of grain size. Experimentally, the effective radium was determined by using the nuclear track methodology and the total radium by gamma-ray spectrometry. A calculation algorithm, based on Monte Carlo simulations, was applied to the simple single-grain spherical model to study the radon emanation process. The SRIM software was used to calculate the minimum grain radius at which radon can escape completely from the grain. Results indicate that as the grain size decreases it is possible to obtain an approximate value of the total radium by means of the corresponding effective radium measurements.

Física de Radiaciones - LXV-005986

11:00-13:00 **Degradación de materia orgánica por radiación ionizante en suelos del desierto de Mojave** Sebastián Mendoza Téllez (*sebastian.mendoza@*

correo.nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

José Guadalupe De La Rosa Canales (*delarosa@nucleares.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Paola Molina Sevilla (*paolam@nucleares.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*José Alfredo Rojas Vivas (*alfredo.rojas@nucleares.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La búsqueda de material orgánico en la superficie de Marte tiene varias dificultades debido a las condiciones físicas y químicas de la superficie marciana. La radiación ionizante es probablemente una de las principales causas de degradación de moléculas orgánicas de interés biológico en el suelo marciano, considerando que el Marte antiguo tuvo las condiciones climáticas necesarias para el origen y sostén de la vida. En este trabajo, irradiamos con rayos gamma (γ) una muestra de suelo del Desierto de Mojave-EUA, asemejando la exposición del suelo marciano a la radiación ionizante proveniente de la radiación cósmica galáctica. Utilizando técnicas como reacciones químicas en vía húmeda y de análisis como lo son la cromatografía de gases y la espectrometría de masas, se obtienen resultados que ayudarán a comprender como fue el proceso de descomposición de la materia orgánica en Marte por el efecto de la radiación ionizante y evaluar si en la actualidad es posible encontrar estos compuestos orgánicos en la superficie marciana.

Física de Radiaciones - LXV-006146

11:00-13:00 **Estimation of the neutron flux in the irradiation channels of a Hotwizer containing a ^{226}Ra -Be source** Daniel Palacios Fernandez (*dpalaciosf@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú;

*Victor Viera Castillo (*victor.viera@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú; *Expositor.

Neutron irradiators using isotopic sources (Neutron Howitzer) are useful tools for elemental analysis by neutron activation, radiosensitivity studies, and detector calibration, among others. For its applications, knowledge of the neutron flux and its associated energies at the irradiation site is required. The objective of this work was to experimentally determine the flux of thermal and epithermal neutrons in the channels of a Howitzer, using the activation method of uncovered and covered gold foils with cadmium filters. The irradiation time was greater than 14 days due to the low mass of the gold samples and the relatively low neutron flux. Using the gamma spectrometry technique, the radioisotope ^{198}Au was identified by its 411.8 keV energy peak, whose net area was used to estimate the activities of gold foils. Applying the cadmium difference method, the thermal and epithermal neutron fluxes were estimated independently. Results showed ther-

mal neutron fluxes higher than the epithermal neutron fluxes in the evaluated irradiation channels.

Física de Sistemas Complejos - LXV-004427

11:00-13:00 **Modelado estocástico y optimización de emisiones vehiculares en una intersección utilizando autómatas celulares.** Gerardo Alberto Mejía Pérez (*gerardo.mejia@redudg.udg.mx*), Centro Universitario de Tonalá. Universidad de Guadalajara; Carlos Jesahel Vega Gomez (*jegahel.vega@academicos.udg.mx*), Centro Universitario de Tonalá. Universidad de Guadalajara;

Margarita Castillo Téllez (*mcastill@uacam.mx*), Universidad Autónoma de Campeche;

Beatriz Castillo Téllez (*beatriz.castillo@academicos.udg.mx*), Centro Universitario del Norte. Universidad de Guadalajara;

*Rachid Marzoug (*rachid.marzoug@academicos.udg.mx*), Centro Universitario del Norte. Universidad de Guadalajara; *Expositor.

La contaminación del aire es uno de los grandes problemas a los que nos enfrentamos en la actualidad. Una gran parte de esta contaminación viene de las emisiones vehiculares. Esas emisiones incrementan más en las ciudades y precisamente a nivel de intersecciones donde las interacciones entre los vehículos aumentan. Un control adecuado del tráfico vehicular en las intersecciones permitirá disminuir las emisiones de gases contaminantes. En este trabajo, basado en los autómatas celulares y el Método de Monte Carlo, desarrollamos un modelo teórico para calcular y optimizar las emisiones vehiculares en una intersección señalizada.

Física de Sistemas Complejos - LXV-004456

11:00-13:00 **Efecto del espacio de reacción en la formación de patrones de Liesegang** Elizeth Ramírez Álvarez (*elizethra@yahoo.com*), Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas;

Marco Antonio Rivera Islas (*mrivera@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Roberto Arceo Reyes (*roberto.arceo@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas;

Omar Olvera Tapia (*oolverat@hotmail.com*), Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas;

Christian Iván Enríquez Flores (*chrienri@yahoo.com.mx*), Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas;

Ariel Flores Rosas (*ariel.flores@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas;

*Juan Francisco Moreno Luna (*jfml21@outlook.com*), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

Los anillos o patrones de Liesegang son una clase de patrones auto-organizados que han sido encontrados en una variedad de sistemas. Estos anillos han sido estudiados

principalmente en medio sólido de gel donde se disuelve uno de los reactivos mientras el segundo se difunde a través de él dejando como resultado precipitado de anillos auto-organizados. Estos patrones son resultado de la competencia entre los fenómenos de reacción, difusión y nucleación del precipitado. Se encuentran reportadas una serie de leyes empíricas que son capaces de predecir el espaciamiento y tiempo entre anillos. Un caso particular en donde no es tan evidente la predicción con dichas leyes es la reacción entre el ácido clorhídrico y el amoníaco que ocurre en fase gas y con precipitado sólido que exhibe patrones de anillos irregulares y mayor complejidad. En este trabajo se reporta el efecto de modificar el diámetro del espacio de reacción en la formación de los anillos tipo Liesegang en esta reacción gas a partícula. Al disminuir el diámetro se encuentra que la complejidad se reduce teniendo como resultado espaciamientos ordenados entre anillos.

Física de Sistemas Complejos - LXV-006064

11:00-13:00 Representación del Juego del Caos para aminoácidos *José Luis Del Río Correa (jlrco@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;*

**Angelina Nohemi Mendoza Tavera (crampss19@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.*

Debido al éxito de la Representación del Juego del Caos (CGR) en la caracterización y localización de patrones en secuencias genómicas se desarrolló una extensión de la CGR para el estudio de secuencias de aminoácidos, las cuales constan de un alfabeto de 20 letras correspondientes a los aminoácidos presentes en la naturaleza, los cuales son agrupados dependiendo de sus características. Se generaliza el algoritmo del CGR a un polígono regular de 12 lados con cada vértice etiquetado con un grupo de aminoácidos con las mismas propiedades físico-químicas. Para la decodificación de la secuencia proteica (SP) se toma el primer aminoácido de la secuencia y se traza el punto P1 a medio camino entre el centro del polígono y el vértice etiquetado con el primer aminoácido, este será un proceso que se repetirá partiendo del punto P1 se traza P2, el punto medio entre P1 ese punto y el vértice correspondiente al segundo aminoácido de la secuencia, repitiendo este proceso para toda la SP se obtiene una imagen única para cada SP. Esta representaciones ayuda a la caracterización de las proteínas, localización de patrones o para identificar si hay interacciones con secuencias genómicas como el ARN.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-004445

11:00-13:00 The role of static and dynamic friction in the homogeneous cooling instability

**Gustavo Manuel Rodríguez Liñán (grodriguezlinan@geociencias.unam.mx), Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The homogeneous cooling instability for granular particles with different static and dynamic friction coefficients is explored. To understand the role of friction in the different cases, coefficients of restitution equal and different to zero are considered. In all cases, the total energy falls as the inverse time squared. However, energy equipartition is not held. Rotational kinetic energy falls monotonically, while, in some cases, translational kinetic energy is first slowly transformed into rotational energy and after a transient, it follows the same behavior as the total energy.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-004840

11:00-13:00 Construcción, calibración y eficiencia de un motor de Stirling controlado por Arduino.

Irving Gustavo Juárez Aguilar (tavo18@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**José Daniel Enrique Chavez Vazquez (danielcv212910@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Daniel Juárez Flores (djuarez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Patricia Mendoza Méndez (pmendoza@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Este trabajo consiste en construir con materiales de bajo costo un motor de Stirling el cual será monitoreado por Arduino uno. Para la fabricación y medida de la eficiencia del motor hemos seguido la metodología de la propuesta didáctica planteada por S. Rosa-Cintas y colaboradores¹. Esta propuesta nos resultó de interés ya que nos permite profundizar la primera ley de la termodinámica y sus aplicaciones en las máquinas térmicas², así como desarrollar habilidades de programación y montajes experimentales. Se discuten con especial atención las dificultades enfrentadas para reproducir el dispositivo y el impacto sobre el aprendizaje de los estudiantes del curso de Física experimental IV de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

REFERENCIAS

[1] Savall Alemany, Francisco and Esparza-García, M and Álvarez-Herrero, Juan-Francisco and Rosa-Cintas, Sergio, Determinación del rendimiento de un motor de Stirling usando Arduino: una propuesta para la enseñanza de la termodinámica en los cursos introductorios, Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 42 (2020).

[2] Calor y Termodinámica, 6ta Edición, Mark W. Zemansky, Richard H. Dittman, 1986.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-004994

11:00-13:00 Percolación como estrategia de control de fitopatógenos en milpas *Arturo Fernández Téllez*

(*afernand@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Jhony Eredi Ramírez Cancino (*jhony.ramirezcanino@viep.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Hugo Adán Cruz Suárez (*hcs@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Diana Rosales Herrera (*dianarosalesh@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo proponemos combinar la teoría de percolación y la siembra alternada como una estrategia agroecológica que permita combatir la propagación de fitopatógenos en plantaciones. Las plantaciones son modeladas como una red cuadrada en cuyas celdas se siembran de forma alternada dos variedades de plantas, como en los sistemas tipo milpa. Usando la teoría de percolación se determinan las condiciones que evitan la formación del racimo percolante de plantas enfermas en función de las características de la interacción planta-patógeno y la densidad de sembrado.

El principal resultado es la existencia de un diagrama de fase, el cual puede interpretarse como la densidad máxima de sembrado que garantiza que el patógeno no se propagará sobre gran parte de la plantación. En particular, existen pares de susceptibilidades que permiten sembrar completamente la plantación.

Este trabajo busca promover la investigación en el control y manejo de plagas y enfermedades en plantaciones mediante la aplicación interdisciplinaria, para el desarrollo de recomendaciones que maximicen la producción a través de la agrobiodiversidad.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005293

11:00-13:00 **Tratamiento de la ecuación de Boltzmann para un Universo en expansión desde el punto de vista cinético** Miguel Ángel García Aspeitia (*angel.garcia@ibero.mx*), Universidad Iberoamericana;

*Alma Rocío Sagaceta Mejía (*alma.sagaceta@ibero.mx*), Universidad Iberoamericana; *Expositor.

Andrea Nurit Levin Schara (*andreallevinsch@gmail.com*), Universidad Iberoamericana;

Monserrat Hernández González (*hernandezgonzalezmonserrat@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

La ecuación de Boltzmann es usada en diferentes áreas de la física. En este trabajo se establecerá la ecuación de Boltzmann relativista usada en cosmología pero desde un formalismo cinético. Se establecerán las ecuaciones de conservación fuera del equilibrio en la métrica de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker. Finalmente se compararán las ecuaciones usadas en cosmología y las posibles contribuciones que se tienen a primer orden en los gradientes.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005525

11:00-13:00 **Simulaciones moleculares con potenciales continuos de modelos moleculares discontinuos**

José Antonio Moreno Razo (*jamr.uam@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa;

*Luis Enrique Alcázar Hernández (*alca.enrique@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa; *Expositor.

En el presente trabajo mostramos resultados obtenidos con potenciales continuos para sistemas moleculares discontinuos en 2D y 3D por medio de las simulaciones por computadora. Los potenciales utilizados fueron el de Jagla y el trapezoidal (suma de pozo cuadrado y pozo triangular) dependientes de un parámetro de alcance (λ). Para 2D y 3D en el sistema trapezoidal se realizó el estudio de cinco sistemas variando λ (1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0) y obteniendo sus propiedades críticas y la contribución de la rampa atractiva como función del alcance, además en 2D se observó que la conformación estructural depende significativamente del alcance, ya que para valores de (1.0, 1.25) el sistema tiende a cristalizar de forma hexagonal y para (1.5, 1.75, 2.0) el sistema muestra dos tipos de cristalización. Para el sistema con interacciones tipo Jagla en 2D y 3D se realizó el estudio de cuatro sistemas distintos en los cuales se cambió el parámetro energético (ϵ). En 3D para valores altos de la rampa repulsiva (1.0, 0.5) en el diagrama de temperatura vs densidad nos muestra dos curvas, una líquido-vapor y otra a densidades mayores donde coexisten líquido-líquido. A valores con menor rampa repulsiva de (0, 0.5) solo encuentra la curva líquido-vapor.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005687

11:00-13:00 **Second Memory and Shear Viscosity in Havriliak-Negami Model** Iván Santamaría Hólek (*isholek.fc@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Roxana Mitzayé Del Castillo Vázquez (*roxanadelcastillo@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Saúl Iván Hernández Hernández (*saul.ivan.hernandez@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*David Raúl Carranza Navarrete (*da.carranz@gmail.com*), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.

The existence of a maximum in the imaginary part of the second-order memory function is related to the complex rotational-shear viscosity of the material. In this work it is presented the determination of the Havriliak-Negami

second-order memory from fractional calculus for different materials, and a physical interpretation in terms of the rotational viscosity. We thank the projects UNAM-DGAPA-PAPIIT IN114721, LANCAD-UNAM-DGTIC-276, LANCAD-UNAM-DGTIC-385, and Beatriz Marcela Millán Malo from CFATA-UNAM, and Luis Alberto Aguilar Bautista, Alejandro de León Cuevas y Alejandro Ávalos from LAVIS-UNAM.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005750

11:00-13:00 **TERMODINÁMICA ESTADÍSTICA DE MEZCLAS DE FLUIDOS**

Víctor Manuel Trejos Montoya (victor_trejos@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH);

Alejandro Martínez-Borquez (alejandro.martinez.borquez@tec.mx), Tecnológico de Monterrey;

**José Luis Ocaña Garrido (oc319848@uaeh.edu.mx), Universidad de Guanajuato, División de Ciencias e Ingenierías.; *Expositor.*

En el presente trabajo se estudia el equilibrio líquido-vapor de fluidos puros del tipo cadena y asociantes empleando la teoría estadística de fluidos asociantes de alcance variable (por sus siglas en inglés SAFT-VR) [1]. Se realizaron cálculos del equilibrio líquido-vapor, presión de vapor, densidad y energía interna. Los resultados fueron comparados con datos de simulación Monte Carlo encontrando una excelente concordancia entre la teoría y la simulación. Se muestran resultados del cálculo de propiedades termodinámicas de fluidos reales y sus respectivas comparaciones entre la teoría y datos de experimentales tomados de la literatura. Se estudiaron fluidos reales como: n -alcanos, alcoholes y agua. En todos los casos se encontraron concordancias satisfactorias entre la teoría y los datos experimentales. Adicionalmente, se estudiaron mezclas binarias de fluidos cadena y asociantes empleando la teoría SAFT-VR. Se realizaron cálculos para predecir la coexistencia de fases líquido-vapor de mezclas de fluidos y se obtuvieron las líneas críticas de todos los sistemas estudiados. Finalmente, se analizaron mezclas binarias reales como dióxido de carbono + n -alcanos y butano + n -alcanos, empleando la teoría de SAFT-VR. En el caso de la mezcla de dióxido de carbono + etano, se analizó el comportamiento azeotrópico que exhibe el sistema. Los parámetros moleculares de los fluidos puros como el dióxido de carbono y n -alcanos se obtuvieron de ajustar los parámetros de la teoría SAFT-VR con datos experimentales de la presión de vapor y de la densidad de líquido saturado. En todos los casos se obtuvo una comparación satisfactoria entre la teoría y datos experimentales para cada una de las mezclas binarias de interés.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005852

11:00-13:00 **Análisis de una gota fluida dipolar de esferas duras**

José Guadalupe Segovia López (jose.segovia@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas.;

**José Humberto Torres Toraya (abetotoraya@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas.; *Expositor.*

Se describe el comportamiento de un fluido dipolar de esferas duras que se encuentra formando una interfaz esférica. Se obtiene la ecuación de balance de fuerzas la cual indica la existencia de un tesoro de esfuerzos. Se obtienen las componentes del tensor de esfuerzos considerando un desarrollo del perfil de densidad en términos de los polinomios de Legendre. Se calcula la expresión microscópica de la energía libre, la cual se compara con un modelo fenomenológico correspondiente para identificar las propiedades interfaciales. Los resultados se comparan con los existentes en la literatura encontrando equivalencia en la tensión superficial y la longitud de Tolman.

Física Médica - LXV-004680

11:00-13:00 **Procesamiento de imágenes de huellas plantares para analizar la distribución de presiones**

Miroslava Cano Lara (miroslava.cl@irapuato.tecnm.mx), ITESI;

Juan Pablo Razón González (juan.rg@irapuato.tecnm.mx), ITESI;

Diana Alejandra González Ponce (lis20110534@irapuato.tecnm.mx), ITESI;

**Issac Valentín Aguirre Manríquez (lis20110052@irapuato.tecnm.mx), ITESI; *Expositor.*

La podología es una ciencia de salud la cual suele ser ignorada por la población, y actualmente en México existen empresas que comienzan a ofrecer estudios sobre el tipo de pisada de las personas, distribución de presiones y la dinámica de esta. El detectar una mala postura o tipo de pisada puede ser un factor determinante para el desarrollo integral de los niños y el confort de los adultos.

En este trabajo se realiza el análisis de la distribución de las presiones presentes en las huellas plantares adquiridas mediante técnicas de procesamiento de imágenes en Matlab. Las fotografías usadas en el estudio se obtienen con una cámara de 64 Mpx en la base de un podoscopio cuya iluminación es controlada, a modo de reducir el ruido y/o regiones no deseadas.

El procesamiento de las imágenes inicia en escala RGB en una matriz 3x3 y se convierte a escala de grises en el rango de 0 a 255 (en cada píxel) para analizar la distribución de las presiones entre ambos pies, establecer una relación con sus diferentes regiones (falanges, metatarsianos y tarsianos) y analizar la carga total en cada pie. Se complementa el estudio con la detección de señal térmica en zonas de interés empleando un sensor de temperatura infrarrojo (Gy-906). Además, se establece una interpretación de los datos para adquirir valores localizados de

presión. El análisis genera un diseño de las huellas con su respectiva distribución de presiones, localización del valor máximo y mínimo e identificación de regiones de apoyo respecto a la morfología plantar considerada.

Física Médica - LXV-004692

11:00-13:00 **Clasificación de MRI hepáticas de infantes utilizando herramientas de Machine Learning** Cristian Heber Zepeda Fernández (*hzepeda@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Mario Iván Martínez Hernández (*mim@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Javier M. Hernández López (*javierh@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Benito De Celis Alonso (*bdca@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Mario Alexis Ramírez Bautista (*mario.ramirezba@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La obesidad infantil es un fenómeno que se ha estudiado desde diferentes perspectivas. En este trabajo se presenta una forma de distinguir entre imágenes de resonancia magnética (MRI) hepáticas de niños con normopeso y con obesidad, utilizando regiones de interés de la zona hepática e imágenes completas. Se emplean herramientas de Machine Learning como clasificadores y modelos de redes neuronales mediante Transfer Learning (TL), finalmente se hace una comparación del desempeño de los modelos empleados para el estudio.

Física Médica - LXV-004754

11:00-13:00 **Revisión de cristales centelladores para detectores en equipos de PET** Héctor Alva Sánchez (*halva@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Arnulfo Martínez Dávalos (*arnulfo@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Mercedes Rodríguez Villafuerte (*mercedes@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Pablo Alberto Álvarez Pérez (*pablo97_lfb@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los detectores en equipos de tomografía por emisión de positrones (PET) consisten en cristales centelladores inorgánicos acoplados a fotodetectores para la detección de fotones de aniquilación de 511 keV. Aunque el cristal más utilizado es el oxiortosilicato de lutecio con itrio (LYSO), otros materiales centelladores se están desarrollando con la intención de obtener una eficiencia de detección mayor, tiempo de decaimiento más corto y espectros de emisión más apropiados. Al igual que el LYSO, muchos materiales contienen lutecio natural en su composición, del cual el 2.6% es Lu-176 que decae beta menos a estados excitados de Hf-176 emitiendo rayos gamma de 88, 202 y 307 keV y/o electrones de conversión interna, radiación que puede ser detectada por el mismo cristal. Debido a esto, los detectores presentan un espectro en energía de fondo constante. En este trabajo se realizó una revisión de diez de los materiales centelladores más prometedores para equipos PET tales como el ortoaluminato de lutecio (LuAP) y el granate de aluminio y lutecio (LuAG). Se obtuvieron las características físicas relevantes como: densidad física y electrónica, número atómico efectivo, luminosidad, tiempo de decaimiento y composición elemental. Con ello se realizaron mapas 2D de la eficiencia intrínseca para espesores de 0.1 a 10 cm y para fotones con energías en un intervalo de 70 a 1000 keV. Se realizaron simulaciones Monte Carlo (PENELOPE) de fotones monoenergéticos de 88, 202 y 307 keV en los diez cristales para obtener las probabilidades de absorción y con esto, predicciones de los espectros de fondo. Los resultados de este trabajo se compararon con el LYSO y podrán ser utilizados para calibrar los detectores que utilicen estos centelladores a partir de su espectro de fondo sin la necesidad de usar fuentes externas. Se espera comparar en un futuro los espectros calculados en este trabajo con espectros experimentales. Se agradece el apoyo de los proyectos PAPIIT-UNAM IN108721 e IN103222.

Física Médica - LXV-004889

11:00-13:00 **Cambios en la energía efectiva de un haz de rayos X al momento de medir capa hemirreductora** Eduardo López-Pineda (*edlope@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.;

*David Silva Roy (*abiluyor@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La Capa Hemirreductora (CHR) es el grosor de un material que se requiere para disminuir la intensidad de un haz de rayos X a la mitad de su valor inicial. Experimentalmente se determina colocando filtros de diversos grosores entre un detector y la fuente de rayos X. Los haces de rayos X usualmente son polienergéticos, por lo que esta filtración modifica su espectro y su energía efectiva. La energía efectiva es el valor correspondiente a un haz monoenergético que tendría la misma CHR que un haz polienergético.

Este cambio en energía efectiva es de interés ya que hay detectores cuya respuesta es fuertemente dependiente de la energía; y no es posible determinar la energía efectiva sin modificarla.

Es por ello que con herramientas computacionales se simuló espectros de rayos X y de esta manera se determinó la energía efectiva para diversas condiciones de filtración. La simulación se basó en los métodos propuestos por John M. Boone, la atenuación exponencial y la definición de kerma como la integral de la fluencia de energía multiplicada por el coeficiente másico de transferencia de energía. Para preparar el simulador se utilizaron datos experimentales de CHR medidas en nuestro laboratorio para diferentes combinaciones ánodo-filtro (Mo-Mo, Mo-Rh, Rh-Rh) entre 18 y 40 kV. La diferencia entre los valores experimentales y los valores obtenidos con la simulación fue menor que el 2% para todos los datos.

Con estas simulaciones se determinó que había un cambio en la energía efectiva de hasta 2.2, 2 y 2.5 keV de energía efectiva para grosores de 1.1 mm de Al para Mo-Mo, Mo-Rh y Rh-Rh respectivamente. Se espera para que el momento del congreso este análisis se haya expandido para la combinación ánodo-filtro W-Al y se determinen factores de corrección para la respuesta en función de la energía para algunas de las cámaras de ionización utilizadas dentro de nuestro laboratorio.

Física Médica - LXV-004934

11:00-13:00 Evaluación del maniquí DMAM2 Gold para control de calidad en mamografía en comparación con el CDMAM Eduardo López-Pineda (*edlope@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Karen Cordero Urdanivia (*kcu@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La calidad de imagen en la mamografía es de suma importancia para la detección temprana del cáncer de mama, el cual es la primera causa de muerte por cáncer en las mujeres mexicanas debido al retraso del inicio del tratamiento. Una de las formas de analizar la calidad de imagen es a través de las curvas de contraste-detalle (CDC), el cual, es un método que combina los conceptos de resolución espacial y resolución de contraste. Para esta prueba se utiliza un maniquí que se construye con objetos de la misma forma geométrica con variaciones de grosor (contraste) y tamaño (detalle), donde se determina el grosor límite para el cual es detectado correctamente el objeto dentro de la imagen. El Instituto de Física de la UNAM cuenta con dos maniqués: el CDMAM que es el estándar para este tipo de pruebas, y el maniquí DMAM2 Gold. Ambos maniqués sirven para realizar la prueba, sin embargo, el alto costo del CDMAM respecto al DMAM2 Gold ha motivado el presente proyecto, para el cual se busca determinar si los

resultados obtenidos con cada uno son equivalentes y bajo qué condiciones se logra.

Se desarrolló una herramienta computacional para evaluar al maniquí DMAM2 Gold y obtener la CDC. Se analizaron diversos paquetes de imágenes de mamografía, obtenidos para cada maniquí en las mismas condiciones de exposición. Una comparación preliminar muestra que con el maniquí DMAM2 Gold se obtienen valores de grosores umbral mayores que con CDMAM. Las diferencias aumentan para los diámetros más pequeños. Estos resultados indican un pobre desempeño para el DMAM2 Gold, aún en las mismas técnicas que el CDMAM. Una posible causa es la menor cantidad de detalles y la simpleza de evaluación del DMAM2 Gold, lo cual disminuye la resolución de detección del maniquí.

Las comparaciones finales se ampliarán con más medidas experimentales además de la comparación por otros métodos de evaluación.

Física Médica - LXV-005048

11:00-13:00 Procesamiento y análisis de imágenes de RX para el diagnóstico de enfermedades pulmonares *Virginia Velázquez Cruz (*virginiacruz550@gmail.com*), Colegio de Bachilleres de Tabasco Plantel 3; *Expositor.

Lorena Del Carmen Ochoa Lopez (*lorenadc.ochoa@gmail.com*), Colegio de Bachilleres de Tabasco Plantel 6;

Laura Daniela Fernández Madrigal (*da.fermad@outlook.com*), Colegio Motolinía de Comalcalco AC;

Raymundo Domínguez Colín (*raymundo.dominguez@ujat.mx*), Instituto Mexicano del Petróleo;

María Hortensia Almaguer Cantú (*hortensia.almaguer@ujat.mx*), Universidad de Sevilla;

Las enfermedades respiratorias son una de las causas primordiales de muerte en México (neumonía, influenza, asma, entre otras). Un diagnóstico sencillo y eficaz a través de radiografías pulmonares es algo que se ha vuelto de vital importancia para identificar ciertos padecimientos.

Las opacidades pulmonares observadas en un estudio de RX son indicadores del nivel de afectación que tienen los pulmones de un paciente. Por ello es necesario considerar herramientas que permitan una rápida identificación del problema. En este proyecto se ha propuesto la implementación de un programa que permita el análisis de imágenes tomadas en estudios radiológicos e identifique el avance de una enfermedad. Este programa pretende realizar de manera automatizada el procesamiento de imágenes digitales de RX, delimitando el área de los pulmones, descartando la estructura ósea y obtendrá el porcentaje de opacidad pulmonar.

Los resultados obtenidos mostrarán que es posible identificar la cantidad de afectación por medio de una imagen digital. Lo anterior permitirá determinar el avance de una

enfermedad y servirá de apoyo para un rápido diagnóstico a través de la imagen de RX.

Física Médica - LXV-005216

11:00-13:00 Ojo Esquemático para Oximetría Retinal Carlos Gerardo Treviño Palacios (*carlost@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;

Ayubu Hassan Mbagu (*ayubu_mbagu@icloud.com*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;

*Ernesto Hernandez Sanchez (*hernandez@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; *Expositor.

En este trabajo se muestra un modelo esquemático del ojo humano, este modelo es utilizado para la implementación de la técnica de la oximetría de campo amplio en fondo de ojo. en el desarrollo de la instrumentación aplicada, en su fase de prototipado necesita de simulaciones del objeto o la situación en la que el instrumento sea puesto a prueba. Acotando el modelo a los parámetros que se necesitan para la visión cercana, debido a que el instrumento que se diseña se utiliza en una posición próxima al ojo. La importancia de que este modelo sea muy similar a la anatomía, biométrica y óptica del ojo humano, es de suma importancia y referenciando estos datos a un promedio de un ojo adulto de 35 a 80 años debido a que el prototipo que se diseña será implementado en este sector de la población. El modelo que se utiliza cuenta con cuatro superficies refractivas una de estas con excentricidad progresiva promediada [1] mostrando como la variación de la constante de conicidad afecta la calidad de imagen en una zona visual de solo 2mm de radio, esta medida es determinada por el diámetro de la pupila que oscila entre un diámetro de 2.5 y 5.5 mm y una lente de índice gradiente similar a la lente lüneburg [2], que funge como el cristalino. El modelo es iluminado con longitudes de onda de 660nm y 940nm las cuales son utilizadas para la oximetría. Esto se hace con la finalidad de tener una idea del comportamiento del trazado de rayos del haz incidente a las superficies del modelo, que influyen en la trayectoria al cruzar por los diferentes coeficientes de refracción y curvaturas.

Referencias:

[1] M. A. Rosales, M. Juárez-Aubry, E. López-Olazagasti, J. Ibarra y E. Tepichín, "Anterior corneal profile with variable asphericity", Applied Optics, vol. 48, n.º 35, p. 6594, diciembre de 2009. Disponible:

[2] Gómez-Correa, J. E., Balderas-Mata, S. E., Pierscionek, B. K. y Chávez-Cerda, S. (2015). Composite modified Lüneburg model of human eye lens. Optics Letters, 40(17),

Física Médica - LXV-005391

11:00-13:00 La corrección por posicionamiento del paciente en el espacio de tratamiento con radioci-

rugía guiada por imagen (IGRS) José Alfredo Herrera González (*alfredoherrer@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Ilse Aimee Kardasch Nava (*ilse_kardasch@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La mayor parte de la experiencia de la radiocirugía en sistema nervioso central está basada en técnicas de estereotaxia para la localización del blanco de tratamiento y el uso de un sistema invasivo de fijación. Actualmente el uso de modalidades Frameless se ha extendido en el campo de la radiocirugía por ser un método no invasivo, más flexible en términos de la logística del tratamiento y equiparable a la precisión del marco de estereotaxia. Sin embargo, a diferencia de la técnica clásica con marco, la modalidad Frameless está basada en una optimización de cada una de las etapas del proceso de una radiocirugía, y de manera distintiva, en el uso de imágenes para guiar el tratamiento. En el presente trabajo se presentan los resultados de las correcciones realizadas en el posicionamiento de pacientes, a cinco años de haber implementado en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía técnicas de IGRS/IGRT para tres distintos tipos de fijación: el marco de estereotaxia y dos tipos de máscaras termoplásticas (BrainLab y Orfit). Cada una de las modalidades de fijación utiliza un sistema de localización diferente: estereotaxia, ExacTrac (BrainLab) y método de los tres balines. El análisis de la frecuencia de reposicionamiento de los pacientes crea una métrica que permite hacer modificaciones en las etapas de preparación del tratamiento de manera iterativa y disminuir de manera global la incertidumbre en los tratamientos de nuestros pacientes.

Física Médica - LXV-005587

11:00-13:00 Caracterización de un equipo microCT para evaluar la microarquitectura ósea de un modelo preclínico in vivo Karla Paola García Peláigo (*kpaolag@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Medina Velázquez (*medina@comunidad.unam.mx*), Unidad de Investigación Biomédica en Cáncer;

Luis Carlos Mora Garzón (*luis.mora@fucam.org.mx*), Fundación de Cáncer de Mama (FUCAM A. C.);

Efrén Hernández Ramírez (*efrenhr25@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Abril Damaris Iglesias Ojeda (*abril04@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Durante los tratamientos de radioterapia en pacientes con cáncer cérvico uterino, el hueso es frecuentemente expuesto a la radiación, lo que puede provocar riesgo de osteoporosis y fracturas por alteraciones en la densidad mineral ósea y/o en la microarquitectura del hueso. Los modelos preclínicos propuestos para estudiar este efecto emplean

técnicas de imagen microCT con las que es posible evaluar y describir cuantitativamente cambios en la microarquitectura ósea mediante un método estándar conocido como morfometría cuantitativa. Sin embargo, existen diversos factores que afectan su evaluación tal como la adquisición de imagen microCT y el post-procesamiento. En este trabajo se presentan los parámetros óptimos de adquisición de imágenes microCT con el equipo Bruker 1276, de cadera y cabeza de fémur de rata in vivo para evaluar parámetros de microarquitectura ósea como grosor trabecular (Tb.Th), espacio trabecular (Tb.Sp) y número trabecular (Tb.N), involucrados en la progresión de osteoporosis. Los parámetros óptimos encontrados son los siguientes: 55 kVp con filtro de 0.25 mmAl, 150 μ A, en una rotación de 180° con pasos de adquisición de 0.8°. Con base a ello, se adquirieron imágenes microCT para evaluar la inducción de radio-osteoporosis en hueso de cadera y cabeza de fémur de ratas Wistar irradiadas con tomoterapia en la región pélvica con fotones de 6 MV.

Física Médica - LXV-005942

11:00-13:00 ESTUDIO DE Distrofia Muscular en PEDIATRÍA POR RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR Silvia Hidalgo Tobon (*shid@xanum.uam.mx*), UAM-Iztapalapa, HIMFG; Pilar Dies-Suarez (*piyadies@yahoo.com*), Departamento de Imagenología, HIMFG; Eduardo Barragan (*neurodocmex@gmail.com*), Departamento de Neurología, HIMFG; *Verenisse Najera Delgado (*vere_9@outlook.com*), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa; *Expositor.

Abstract El uso del tensor de difusión (ITD) en imágenes por resonancia magnética nos permitió caracterizar el deterioro del tejido cerebral en pacientes pediátricos diagnosticados con distrofia muscular (DM) mediante conectividad cerebral.

Introducción: Hay algo de lo que no se habla cuando se diagnostica DM, y es de la afección cognitiva, de cómo la falta de distrofina incide en el cerebro. En diversos estudios se han demostrado que los niños con DMD tienen deterioro cognitivo y coeficiente intelectual más bajo. El perfil cognitivo además incluye problemas más específicos, como dificultad con la memoria verbal a corto plazo y fluides verbal, así como problemas de lectura.

Metodología: En este análisis se utilizó la conectometría por resonancia magnética de difusión para derivar la correlación en DM (medidas ITD). Se utilizó una correlación Spearman no paramétrica para derivar la correlación. Un total de 21 sujetos, 13 pacientes diagnosticados con DMD y 9 controles fueron incluidos en el análisis de edad de 7-15 años, en un equipo de 3 Teslas Siemens, una secuencia de pulsos de difusión de 128 direcciones. Las imágenes se analizaron usando DSI-Studio-MRI Analysis.

Resultados: Se encontraron correlaciones positivas (Cerebelo, Fórnix y vermis) y negativas (Fascículo arqueado,

Tracto dentorrubrolámico y Fascículo longitudinal) utilizando anisotropía cuantitativa (QA), anisotropía fraccional (FA) y difusividad media (MD), axial (AD) y radial (RD). Se examinaron basadas en el análisis del cerebro completa.

Discusión y conclusión: Las funciones de las correlaciones positivas encontradas entre las medidas QA, FA, MD, AD Y RD de ITD están asociadas a la parte cognitiva como el habla, las emociones y la memoria.

Referencias

- [1] Preethish-Kumar, V., et al. AJNR Am. J. Neuroradiol. (2020): 1271-1278.
- [2] Doorenweerd, Nathalie, et al. Annals of Neurology 76.3 (2014): 403-411.
- [3] Wingeier K, Giger E, Strozzi S, et al. J Clin Neurosci. 2011;18(1):90-95

Física Médica - LXV-006020

11:00-13:00 Evaluación de métodos de vorticidad para cavidades cardíacas Pilar Dies Suárez (*shid@xanum.uam.mx*), HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO FEDERICO GOMEZ;

Julio García Flores (*julio.garciaflores@ucalgary.ca*), UNIVERSITY OF CALGARY;

Silvia Hidalgo Tobón (*shid@xanum.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA, HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GOMÉZ;

*Angélica Viridiana Román Martínez (*anvi19@live.com.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; *Expositor.

Introducción: La técnica “Flujo 4D” de Imagen por Resonancia Magnética proporciona los campos de velocidad del flujo sanguíneo en el tiempo, presente en alguna cavidad cardíaca [Pineda, *et al.*, 2014]. “La caracterización cuantitativa del flujo de vórtice podría proporcionar una herramienta objetiva para evaluar la función” en determinadas zonas del corazón [Elbaz, *et al.*, 2014]. Objetivo: Usando datos de Flujo 4D, se detectan los vórtices que se presentan en las estructuras del órgano por medio de un método numérico [García, *et al.*, 2013] y un criterio físico. Metodología: Se estudia el campo de velocidades de la aorta ascendente de 8 controles (edad = 21 ± 6 años, 4 mujeres y 4 hombres) usando la secuencia de Flujo 4D. Los datos de IRM fueron tomados usando un resonador de 3T [Prisma o Skyra, Siemens, Erlangen, Germany]. Se utiliza el método de Richardson Compacta y el criterio de λ_2 para calcular la vorticidad. Se identifica a escala temporal la máxima vorticidad y a escala espacial se compara con un análisis turbulento. Resultados: A escala temporal el análisis estadístico muestra que sí hay diferencias significativas entre el valor de corte local y el valor de corte grupal, es decir, no es recomendable tomar un valor de corte característico del grupo para identificar el momento donde se da la máxima vorticidad. A escala espacial se comparan las gráficas obtenidas con la teoría de Kolmo-

gorov, se establece que los vórtices van del diámetro de la aorta ascendente a microescalas de 21-28 μm . Discusión y conclusiones: En la escala temporal se establece que hay un cuartil definido en términos de las velocidades para identificar el momento donde se da la máxima vorticidad. En la escala espacial el tamaño de los voxels no permiten visualizar las microescalas, la energía cinética explica que se muestran interconexiones de vórtices.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004447

11:00-13:00 **Geodésicas en la gravedad de Rastall**
Eri Atahualpa Mena Barboza (eri.mena@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

Julio Cesar López Domínguez (jlopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Ulises Ivan Castellanos Cervantes (ulises.castellanos7561@alumnos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

Desde su publicación en 1915, la teoría de la relatividad general ha logrado explicar muchos de los fenómenos naturales que ninguna teoría anterior pudo, sin embargo, con las observaciones modernas, la teoría presenta retos a resolver. Es debido a lo anterior, que, a lo largo del tiempo, muchos físicos han modificado las ecuaciones de la relatividad general con algún término que generaliza la teoría y que permita probablemente resolver los retos que relatividad general no, tal es el caso de la gravedad Rastall. En este trabajo, analizamos las geodésicas de partículas y de luz para un agujero negro en gravedad de Rastall.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004543

11:00-13:00 **Deformed algebra and the effective dynamics of the interior of black holes** **Wilfredo Yupanqui Carpio (w.yupanquicarpio@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Octavio José Obregón Díaz (octavio@fisica.ugto.mx), Universitat Konstanz;

Saeed Rastgoo (srastgoo@yorku.ca), Universidad de la República Uruguay;

Pasquale Bosso (pasquale.bosso@uleth.ca), University of Lethbridge;

We consider the classical Hamiltonian of the interior of the Schwarzschild black hole in Ashtekar–Barbero connection formalism. Then, inspired by generalized uncertainty principle models, we deform the classical canonical algebra and derive the effective dynamics of the model under this modification. We show that such a deformation leads to the resolution of the singularity of the black hole and a minimum nonzero radius for the infalling two-spheres, provided that the deformation parameters are chosen to be negative.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004553

11:00-13:00 **Estructuras geométricas para teorías de norma** *Dolores García Toral (dolores@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Víctor Manuel Vázquez Báez (manuel.vazquez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

José Eduardo Rosales Quintero (jeduardo.rosales@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Edmundo Reynoso Contreras (edmundo.reynosoc@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Iñaki De Santos Flores (inaki.desantos@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Se presenta una revisión de las características físicas y matemáticas de una teoría de norma. En general, la estructura geométrica consiste en un haz fibrado principal, una variedad base, un grupo de simetría interna, una proyección del haz hacia la variedad base, y un producto entre elementos del haz y del grupo de simetría. En este trabajo se presentan algunas motivaciones para construir una teoría de norma usando los conceptos antes mencionados, además de algunos ejemplos que se pueden encontrar en la literatura de acciones para gravedad utilizando estas estructuras geométricas.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004571

11:00-13:00 **El método de expansión F generalizado** *Omar Pavon Torres (opavtor91@gmail.com), Universidad Autonoma del Estado de Mexico;*

Máximo Augusto Aguero Granados (maaguerog@uaemex.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO;

Juan Ramon Collantes Collantes (juan.collantes@utp.ac.pa), Universidad Tecnológica de Panama;

**Jose Maria Mondragon Alvarez (jmondragona001@alumno.uaemex.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico; *Expositor.*

La descripción de fenómenos físicos, biológicos y químicos se reduce al análisis de las soluciones de ecuaciones diferenciales parciales no lineales. Los fenómenos van desde el modelado matemático de macromoléculas hasta el estudio de nuevos estados cuánticos de la materia. Entre los métodos para solucionar estas ecuaciones diferenciales parciales no lineales tenemos: el método de dispersión inversa; el método bilinear de Hirota; la transformación de Backlund y métodos de solución basados en expansiones como método F generalizado -objeto de estudio del presente trabajo- el método de tanh y el método de senos y cosenos, entre otros. Cada uno de estos métodos de resolución han sido aplicados exitosamente en los más

diversos contextos. En el presente trabajo se exponen las ideas principales el método de expansión F generalizado y se aplican para hallar las soluciones exactas de la ecuación de Kadomtsev-Petviashvili y la ecuación no lineal de Schrödinger con coeficientes variables. En particular, se analizará los casos en los cuales el módulo de la función elíptica es igual a 1 y 0 obteniendo varias soluciones localizadas y soluciones de funciones trigonométricas.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004690

11:00-13:00 **Spectral analysis of one-dimensional Dirac equation on a periodic equilateral quantum graph** *Vladimir Rabinovich Likhtman (vladimir.rabinovich@gmail.com), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica IPN Unidad Zacatenco;*

Víctor Barrera Figueroa (victorbarreraf@hotmail.com), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas IPN;

**Samantha Ana Cristina Loreda Ramírez (sloredor1000@alumno.ipn.mx), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas IPN; *Expositor.*

Quantum graph theory [1] is a branch of mathematics with great progress and development in recent years, especially in areas such as nanotechnology, physics-mathematics, chemistry, engineering, among others.

This talk is dedicated to the study of quantum graphs equipped by Dirac operators with regular and singular potentials on the edges. In particular, we focus on the spectral analysis of quantum graphs and the dispersion equation is given in the form of a power series of the spectral parameter [2].

References

[1] Berkolaiko G, Carlson R, Fulling Stephen and Kuchment P. Quantum Graphs and Their Applications. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society, 2006.

[2] Gutierrez N J and Torba S M Appl Math Comput 370 (2020).

Gravitación y Física Matemática - LXV-004706

11:00-13:00 **Hamiltonianos dependientes del tiempo con acoplamiento boson-fermion y supersimetría.** **Alfonso Moisés Anzaldo Meneses (answald13@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

Un método basado en álgebras de Grassmann es presentado para generar Hamiltonianos cuadráticos para bosones y fermiones interactuantes utilizando super-conmutadores de formas binarias impares. Los Hamiltonianos conducen a ecuaciones del movimiento lineales en la representación de Heisenberg pero con coeficientes en el álgebra de Grassmann. Se dan ejemplos explícitos para super-álgebras ortosimplécticas.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004770

11:00-13:00 **Inferencia estadística en observaciones de lentes gravitacionales fuertes en presencia de materia oscura** **Jose Salvador Negrete Serrato (js.negreteserrato@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Luis Arturo Ureña López (lurena@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

A partir del uso de herramientas de programación, se propone la generación de imágenes realistas de observaciones de lentes gravitacionales fuertes para realizar inferencia estadística sobre su contenido material. La generación de estas imágenes se realiza haciendo uso de lenstronomy, que permite modelar lentes gravitacionales realistas para distintos perfiles de la materia oscura y la luminosidad de los objetos deflectores y las fuentes. La motivación de esto es estudiar las características de múltiples perfiles de lente gravitacional, los requerimientos necesarios para obtener una observación realista, así como estudiar la confiabilidad de los métodos estadísticos para conocer parámetros de una lente con certeza.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004804

11:00-13:00 **Teoría de Yang-Lee modificada para el potencial gravitacional no local y su transición de fase** **Carlos Aróz Alvarado (carlosaroz@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Celia Del Carmen Escamilla Rivera (celia.escamilla@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;

En este trabajo, describimos la extensión para estudiar la termodinámica de la formación de estructuras en el Universo a gran escala en el formalismo de gravedad no local usando mecánica estadística estándar. A partir de la derivación de la función de gran partición en una versión modificada de la teoría de Yang-Lee, obtuvimos las propiedades termodinámicas correspondientes que pueden ser consistentes con un marco de materia oscura de Bose-Einstein y derivamos su transición de fase gravitacional.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004943

11:00-13:00 **Análisis de un gas cinético relativista en un espacio-tiempo Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker.** *Olivier Sarbach (olivier.sarbach@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Carlos Eduardo Gabarrete Fajardo (carlos.gabarrete@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*

*Rubén Omar Acuña Cárdenas (*omar.cardenas@umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Se estudia el significado del equilibrio local y equilibrio global para un gas cinético relativista simple con colisiones en un Universo homogéneo e isotrópico en expansión. El análisis se hace a través del método de los momentos para el sistema Einstein-Boltzmann con énfasis en la edad temprana y la edad tardía del Universo.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005027

11:00-13:00 **Cálculo de invariantes topológicos en diferentes modelos de gravedad.** Julio Cesar López

Domínguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), UAF;

Alberto Isaac Diaz Saldaña (*isaacdiaz@fisica.uaz.edu.mx*), UAF;

*Carlos Alexis Guerrero Villegas (*carlos.guerrero@fisica.uaz.edu.mx*), UAF; *Expositor.

En este trabajo realizamos el cálculo de términos topológicos en 4 Dimensiones tales como término de Euler, Pontryagin, Nieh-Yang, Holst, entre otros, para algunas de las soluciones más relevantes en Relatividad General. A pesar de que éstos términos no contribuyen a las ecuaciones de movimiento de la teoría, son de gran utilidad en modelos de gravedad semi-clásica así como en termodinámica de agujeros negros.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005125

11:00-13:00 **Geodésicas en la métrica de Ernst** Nora Eva Bretón Báez (*nora@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional;

*Oscar Jaime Michelin Galindo Uriarte (*ogalindo@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

La métrica de Ernst se puede interpretar como un agujero negro estático inmerso en un campo magnético, en éste trabajo se estudian los efectos del campo magnético en las trayectorias de las partículas de prueba comparadas con las geodésicas en ausencia del campo externo, es decir, en la métrica de Schwarzschild. Se analizan también los efectos del campo externo en los escalares ópticos y se ve la presencia de singularidades en estos.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005140

11:00-13:00 **Duality in 2D Gauged Linear Sigma Model with $N = (0, 2)$** Héctor Hugo García Compeán (*compean@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional;

*Josué Rodrigo Díaz Correa (*jdiaz@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Nana Geraldine Cabo Bizet (*nana@fisica.ugto.mx*), Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn;

We consider $U(1)$ 2D $(0, 2)$ gauged linear sigma models with global symmetries

and realize T-duality as a gauging of these symmetries. First, we find the

dual of the theory, comparing with the reduction obtained from the $(2, 2)$ dualization.

Then, we find an Abelian T-dual model of the $(0, 2)$ theory without the supersymmetry

reduction. We realize Non-Abelian T-dualization of $U(1)$ $(0, 2)$ 2D GLMs in

general, and we study a concrete model with $SU(2)$ global symmetry. In all the

cases under study we explore the susy vacua for the bosonic potential, this leads

to the target space geometry in the original and the dual model. For the Abelian

global symmetry case, the dual model constitutes the mirror. We consider the instanton

corrections in the different setups.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005187

11:00-13:00 **Sombras de agujeros negros con correcciones al potencial gravitacional** Carlos Alberto Ortiz Gonzalez (*ortizgca@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Física;

Julio Cesar Lopez Dominguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Física;

Javier Fernando Chagoya Saldaña (*javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Física;

Maximiliano De Jesús Galindo Hernandez (*maximiliano.galindo@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Física;

*Diego Francisco Torres Ortiz (*diegofrancisco.torres@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Física; *Expositor.

Las trayectorias de rayos de luz cerca de objetos masivos nos dan información acerca del espacio-tiempo de esos objetos, pero también de la materia que se encuentra alrededor de ellos, por ejemplo en discos de acreción. En este trabajo partimos de una aproximación newtoniana para

estimar la intensidad de la radiación que uno observaría proveniente de la región cercana a un objeto compacto. Posteriormente, utilizamos códigos numéricos para hacer estimaciones relativistas. Los potenciales gravitacionales y métricas que utilizamos representan correcciones que se

esperan genéricamente en teorías alternativas de gravedad, tales como cambios infinitesimales en la ley del in-

verso cuadrado de la fuerza gravitacional, correcciones al potencial gravitacional relevantes para las curvas de rotación de galaxias, y nuevos términos en soluciones estáticas, asintóticamente planas para agujeros negros.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005213

11:00-13:00 **Energía Oscura Dinámica: Buscando ecuaciones de estado para explicar la energía oscura tardía** *Celia Escamilla Rivera (celia.escamilla@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*
Sebastián Nájera Valencia (najera.sebatian@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;
Camila Cabadas Contreras (camilacabadascontreras@gmail.com), Universidad Iberoamericana;
**Natalia Cercós Olmos (nat.cercos@gmail.com), Universidad Iberoamericana; *Expositor.*

A lo largo de los últimos años, se ha descubierto que el universo se está expandiendo de forma acelerada. Esta aceleración tiene su fuente en una presión negativa a la gravedad, que más allá de contrarrestarla, la supera y provoca que el universo se expanda en vez de contraerse debido a la gravedad. Actualmente, el modelo que mejor se ajusta a las observaciones es el modelo Λ CDM o modelo de concordancia. De acuerdo con este modelo, la expansión acelerada del universo es provocada por una constante cosmológica (Λ), una densidad de energía (ρ) y una presión negativa (p).

Al proponer y parametrizar diferentes ecuaciones de estado de la energía oscura, se busca comparar los resultados y encontrar una ecuación que se ajuste de una mejor manera a los datos observacionales. Para esto, utilizamos estadística Bayesiana para determinar el modelo que mejor se ajusta a las observaciones.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005428

11:00-13:00 **Un agujero negro en electrodinámica no lineal** *Joaquín Estevez Delgado (joaquin@fismat.umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*
**Gabino, Estevez Delgado (gabino.estevez@umich.mx), Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Se presenta la deducción de una solución y el análisis de la geometría de un agujero negro cargado en el marco de Relatividad General acoplado a electrodinámica no lineal, la estructura del espacio tiempo es discutida en términos de la razón entre la carga y la masa la cual determina la existencia y ubicación de dos o un horizonte o la existencia de una singularidad desnuda. La estructura global del diagrama de Penrose es similar a la del agujero negro de Reissner–Nordström, sin embargo, en la región exterior

sus características son más similares al comportamiento asintóticas del agujero negro de Bardeen.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005431

11:00-13:00 **Una solución cargada en teoría de Rastall y electrodinámica no lineal** *Julio Cesar Mendoza Rojas (julio.mendoza@umich.mx), Escuela Preparatoria Lázaro Cárdenas de la UMSNH, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.;*
Mario Rodríguez Martínez (mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Universidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México;

Raúl Gutiérrez Zalapa (rull12008@hotmail.com), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México;

José Vega Cabrera (jose.vega.cabrera@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

**Joaquín Estevez Delgado (joaquin@fismat.umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Gabino, Estevez Delgado (gabino.estevez@umich.mx), Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Una de las teorías de gravitación, alternativas a la teoría de la Relatividad General de Einstein, es la propuesta de Rastall caracterizada principalmente porque esta no se obtiene de un principio variacional y en consecuencia el tensor de momento energía no satisface una ecuación de conservación al aplicar la identidad de Bianchi. En el contexto de la teoría de Rastall discutimos las propiedades requeridas para que un campo eléctrico asociado a la electrodinámica no lineal sea regular en el interior de un objeto compacto, mostrando que existen casos en el que estas propiedades coinciden con el caso de Einstein - Maxwell y damos la condición para que esto ocurra.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005582

11:00-13:00 **Vacua of type IIB string theory on a Calabi Yau manifold with one parameter** **Annette Itzel Torres Vázquez (ai.torresvazquez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Damián Kaloni Mayorga Peña (damian.mayorgapena@wits.ac.za), University of the Witwatersrand;

Andrea Rodríguez Yáñez (a.rodriguezayanez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Nana Geraldine Cabo Bizet (nana@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

We explore the compactification of type IIB string theory on a Calabi Yau with two moduli, given

by the hodge numbers $h^{1,1} = h^{1,2} = 1$. We solve the Pichard Fuchs equations, computing the periods, in the full

complex structure moduli space, around the conifold, the orbifold and the large complex structure point.

We obtain the flux effective scalar potential for the axio-dilaton and the complex structure modulus, finding multiple Minkowski and de Sitter vacua with stable moduli; exploring the redefined de Sitter quantum gravity conjecture in this scheme.

This work helps to a bigger understanding of effective theories compactified on Calabi-Yau manifolds with few moduli,

and in particular it can be relevant in describing the stabilization of Kaehler structure moduli (sizes).

Gravitación y Física Matemática - LXV-005845

11:00-13:00 **Análisis multifractal de la convergencia de una familia de potenciales hermitianos, pseudo-hermitianos y PT simétricos** José Salomé Murguía Ibarra (*ondeleto@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Haret-Codratian Rosu Barbus (*hcr@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de investigación científica y tecnológica;

*Josué Domingo De La Cruz Díaz (*josue.delacruz@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de investigación científica y tecnológica; *Expositor.

Utilizamos una familia de potenciales invariantes bajo la acción de los operadores de paridad-tiempo construida con el método de factorización isoespectral utilizando el superpotencial $W_n(x) = i \operatorname{sech}^n(x)$ y una familia Hermitiana con $W_n(x) = \operatorname{sech}^n(x)$ como superpotencial. Se encontró que para valores elevados de n se obtiene que la parte imaginaria de los potenciales PT es isoespectral a su contraparte Hermitiana y los potenciales complejos convergen hasta el límite de aparecer como una perturbación imaginaria en los eigenvalores de los otros potenciales $Im[PTV(x)]$ y el Hermitiano. La convergencia de los potenciales en valores elevados del parámetro n fue comprobada utilizando análisis multifractal.

Keywords: Simetría PT , SuSy qm, análisis multifractal.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005879

11:00-13:00 **Movimiento hiperbólico relativista y sus cantidades cinemáticas de orden mayor** Haret-Codratian Rosu Barbus (*hcr@ipicyt.edu.mx*), INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA;

*Iván De Jesús Pérez Román (*ivan_perez_roman@hotmail.com*), INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA; *Expositor.

Investigamos la cinemática del movimiento de un observador con aceleración propia constante (movimiento hiperbólico relativista) en espacio-tiempo de Minkowski de $1+1$ y $1+3$ dimensiones. Proveemos fórmulas explícitas

para todas las cantidades cinemáticas de hasta la derivada de cuarto orden respecto al tiempo propio (Snap). En el caso $1+3$, siguiendo la línea de un trabajo reciente de Pons y de Palol [Gen. Rel. Grav. 51 (2019) 80], se obtiene una ecuación vectorial diferencial para la aceleración que al considerar aceleración propia constante se vuelve una ecuación diferencial de segundo orden no lineal en términos de derivadas del radio vector. Si, además, se parametriza la velocidad en términos de funciones hiperbólicas, uno obtiene una ecuación diferencial en términos del argumento, $f(s)$, de dichas funciones hiperbólicas. A diferencia de Pons y de Palol, quienes consideraron una solución particular, lineal en el tiempo propio s , nosotros obtenemos la solución general y la trabajamos para obtener expresiones más generales de las cantidades cinemáticas. Como subproducto obtenemos líneas de mundo de Rindler modificadas caracterizadas por contribuciones suplementarias a las componentes de las cantidades cinemáticas.

Keywords: Movimiento hiperbólico, Jerk, Snap, Hipérbolas de Rindler modificadas

Gravitación y Física Matemática - LXV-006179

11:00-13:00 **Solución interior con fluido perfecto en electrodinámica no lineal.** *Saul García González (*1415088h@umich.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Joaquín Estevez Delgado (*joaquin@fismat.umich.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Gabino Estevez Delgado (*gabino.estevez@umich.mx*), Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

En el marco de la teoría de la Relatividad General de Einstein, se presenta el análisis de una solución interior con fluido perfecto en el que la fuente de la carga es generado por un campo en electrodinámica no lineal. De acuerdo a las condiciones de Israel, la geometría interior es acoplada con la geometría exterior, que en este caso es diferente de la solución de Reissner–Nordström, lo que implica que la presión sobre la superficie se anule. Se muestra que la solución cumple con la condición de causalidad y que las funciones de densidad y presión son positivas, regulares y monótonas decrecientes.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-004508

11:00-13:00 **Algo sobre la Historia de la Física Acústica No-Lineal y sus Aplicaciones** *Raúl Alberto Reyes Villagrana (*rareyesvi@conacyt.mx*), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

Juan Carlos Reyes Villagrana (*carlos_reyes_74@hotmail.com*), Investigador Independiente;

Erika Ofelia Hernández Acosta (ehernandez@utzac.edu.mx), Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas;

Las ondas acústicas se dividen en cuatro etapas según el rango del espectro de frecuencias, esto es, el infrasonido que son ondas menores a los 20Hz, el sonido audible que se encuentre entre 20 Hz y 20kHz, el ultrasonido que tiene una frecuencia aproximada de 20kHz hasta 1GHz y el hipersonido que es superior a 1GHz. Donde estas cuatro etapas han sido muy importantes para el desarrollo social, ambiental, tecnológico, industrial, medico y porque no decirlo, bélico. Sin embargo, a pesar de las aportaciones desde Da Vinci con un estudio del aspecto fisiológico auditivo, hasta las aportaciones de Galileo, Hooke y Newton, así como, de Fourier, Bernoulli, e incluyendo a Doppler, Kelvin, Helmholtz y Lamb, por mencionar algunos; los estudios realizados se enfocaron en sistemas lineales. En este trabajo se presenta un recorrido sobre las aportaciones realizadas a la física acústica no-lineal, donde trabajos pioneros realizados por Euler como el desarrollo de sistemas de ecuaciones para flujo incompresible sin pérdidas daba un comienzo a un análisis diferente y complejo. Laplace por su parte, determinó que la propagación del sonido era adiabática y no isotérmica. Stokes descubre la discontinuidad de la superficie. Rankine desarrolla la ecuación de onda permanente en gases conductores de calor. Rayleigh resuelve el sistema unidimensional de Navier-Stokes con viscosidad. Becker por su parte, obtiene la solución exacta del sistema unidimensional de Navier-Stokes-Fourier. Lighthill aplica la ecuación de Burgers con coeficiente a la difusividad del sonido, por mencionar algunos ejemplos. Los estudios que envuelven a la física acústica no-lineal continúan aportando grandes progresos para la comprensión de fenómenos naturales, geología, arquitectura, sistemas biomédicos, petroquímica, además de astronomía y cosmología.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-005250

11:00-13:00 **Exposición de los fundamentos geométricos de la mecánica clásica y su posterior desarrollo analítico** *Javier Fernando Chagoya Saldaña (javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*

Carlos Alberto Ortiz González (ortizgca@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Julio César López Domínguez (jlopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Félix Ibarra Castor (felix.778607@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Se estudiarán las bases geométricas del desarrollo de la mecánica clásica y el movimiento de los cuerpos celestes fundamentados en la presentación axiomática-deductiva del libro *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, remarcando su importancia histórica en la conceptualización del cálculo infinitesimal y los métodos modernos de análisis matemático. Posteriormente, una descripción del

movimiento de los cuerpos bajo la influencia de un potencial servirán de antecedente para el estudio de la mecánica celeste, apoyándose en la verificación de las leyes de Kepler del movimiento planetario gracias al desarrollo analítico de la mecánica.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-005605

11:00-13:00 **Observaciones astronómicas del cometa de Newton (1681)** *Adrián Canales Pozos (acanalesp@hotmail.com), UNAM;*

Héctor Durand Manterola (durand_manterola@igeofisica.unam.mx), UNAM;

**María De La Paz Ramos Lara (ramoslm@unam.mx), UNAM; *Expositor.*

En los últimos meses del año de 1680 y los primeros de 1681 se observó un cometa de gran luminosidad que llegó a ser visible durante el día. Se le conoce con el nombre de cometa de Newton (o C 1680 V1), pues el físico inglés determinó su órbita y le fue útil para comprobar la veracidad de la tercera Ley de Kepler y encontrar las nuevas leyes de la mecánica celeste. Éstas serían publicadas en su libro *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* en 1687. En Nueva España, Carlos de Sigüenza y Góngora realizó observaciones astronómicas y las publicó en su obra *Libra Astronómica y Filosófica*. En este trabajo se profundizará sobre las observaciones astronómicas y los cálculos realizados por Sigüenza para determinar la posición del cometa en el cielo.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-005742

11:00-13:00 **Historia de la Fisión Nuclear** **Byron Jesús Encinas Velázquez (byronencinas@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Se hace un recuento histórico de los descubrimientos esenciales que influyeron directamente a la teoría de la fisión nuclear. Partimos desde la radioactividad de los Marie y Joliot Curie extrayendo elementos del Pechblendita Checoslovaca y la continuación de su trabajo por Irene Curie (radioactividad inducida). Experimentos de bombardeo de Neutrones; $U + n \rightarrow$ Energía + Bario; Elementos Transuránicos, transmutación de elementos a isótopos más pesados, y la reacción nuclear en cadena (CP-1)

Hacemos un repaso por los autores de tales experimentos y el contexto en que se desarrollaron por parte de Meitner, Strassman, Hann, Frisch, Fermi, Szilard, Bohr y Teller, a mediados de siglo XX.

Se ofrecerá una perspectiva ramificada de los esfuerzos conjuntos de numerosos científicos que llevaron al desarrollo de la teoría basadas en textos científicos e históricos al igual que un preámbulo al evento que fue el Proyecto Manhattan.

11:00-13:00 Delocalización y entropía cerca de cruces evitados Meenu Kumari (*mkumari@perimeterinstitute.ca*), Perimeter Institute for Theoretical Physics;

Sergio Adrián Lerma Hernández (*slerma@uv.mx*), Universidad Veracruzana;

Daniel Julian Nader (*djulian@uv.mx*), Universidad Veracruzana;

*Isaias Siliceo Guzmán (*zs18011659@estudiantes.uv.mx*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

Se aborda el estudio de la entropía de Wehrl alrededor del valor de acoplamiento correspondiente a los cruces evitados que exhibe el espectro del modelo de LMG. En general, para cada par de niveles de energía involucrados en el cruce evitado se presenta una superposición de la función de Husimi de ambos estados (delocalización), dicho comportamiento se extiende en la vecindad del cruce evitado y se diluye suavemente. Como consecuencia se manifiesta un incremento súbito de la entropía de cada estado y posteriormente un intercambio después del cruce evitado. En este trabajo se encontró que la anchura del pico de entropía decrece exponencialmente con la diferencia de energía de los niveles consecutivos, dificultando su detección en estados quasidegenerados.

Información Cuántica - LXV-004578

11:00-13:00 Teoría de Bogoliubov para la condensación de excitones-polaritones Miguel Angel Bastarrachea Magnani (*bastarrachea@xanum.uam.mx*), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa;

*Areli Jael Vega Carmona (*arelij.vegacarmona@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.

Los materiales bidimensionales como semiconductores dentro de microcavidades ópticas constituyen un sistema fértil para el estudio de la interacción entre la luz y la materia pues permiten la creación y el control de cuasipartículas denominadas excitones-polaritones [1], las cuales son producto del acoplamiento fuerte de los fotones de la microcavidad con los excitones del semiconductor [2]. En un amplio intervalo de temperatura y densidad los excitones-polaritones se comportan como un condensado de Bose-Einstein lo que proporciona una base para estudiar fluidos cuánticos de luz [3]. Una comprensión detallada de estos sistemas debe tomar en cuenta la naturaleza fuera de equilibrio de los excitones-polaritones y las interacciones fuertes más allá de una aproximación de campo medio [4]. En este trabajo se revisa el espectro de Bogoliubov de un condensado de Bose-Einstein de excitones-polaritones considerando todas las ramas polaritónicas del sistema, a partir de técnicas de teoría cuántica de campos [5], con el

objetivo de desarrollar una descripción apropiada para estudiar fenómenos de muchos cuerpos en fluidos cuánticos de luz.

[1] H. Deng, et al., Rev. Mod. Phys. 82, 1489 (2010).

[2] A. V. Kavokin, et al., Sci. Rep. 5, 1 (2015).

[3] I. Carusotto and C. Ciuti. Rev. Mod. Phys., 85, 299 (2013).

[4] C. Ciuti and I. Carusotto, Phys. Status Solidi B 242, 2224 (2005).

[5] M. A. Bastarrachea-Magnani, et al., Phys. Rev. B 126, 127405, (2021).

Información Cuántica - LXV-004697

11:00-13:00 Fenómenos críticos en sistemas luz-materia con interacciones materias colectivas. Román Linares Romero (*lirrxanum.uam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Miguel Angel Bastarrachea Magnani (*bastarrachea@xanum.uam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Ricardo Herrera Romero (*ricardo.h.romero@outlook.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Las transiciones de fase cuánticas (QPT por sus siglas en inglés) son cambios fundamentales en el estado base de un sistema cuántica como función de un parámetro de control y en la actualidad resultan de gran interés en diversas áreas como la física de muchos cuerpos, la información cuántica, etc [1]. Un ejemplo de QPT es la transición de fase superradiante del Hamiltoniano de Dicke, un modelo en la aproximación de dos niveles donde una colección de átomos dentro de una cavidad interactúa con un solo modo de radiación [2]. A pesar de que estudios previos han caracterizado las propiedades del estado base y el espectro en este tipo de modelos [3,4], incluso con interacciones materiales [5], el efecto de combinar a éstas con el régimen de acoplamiento ultra-fuerte luz-materia, no ha sido investigado exhaustivamente. En este trabajo se estudian las fases de un Hamiltoniano de Dicke generalizado que incluye las interacciones colectivas qubit-qubit, agregando términos no lineales en los operadores colectivos de pseudo-espín en las direcciones x-, y- y z-. Se presenta un análisis semi-clásico estándar para obtener el comportamiento de las superficies de energía, la energía del estado fundamental y la Densidad de Estados (DoS) en función de los parámetros del hamiltoniano [6].

[1] L. Carr. Understanding quantum phase transitions. (CRC press, 2010).

[2] R. H. Dicke, Phys. Rev. 93, 99 (1954)

[3] P. Kirton, et al., Adv. Quantum Technol. 2, 1800043 (2019).

[4] P. Cejnar, et al., J. Phys. A: Math. and Theo. 54.13 (2021).

[5] J. P. J. Rodriguez, et al., Phys. Rev. A 98, 043805 (2018).

[6] M. A. Bastarrachea-Magnani, et al., Phys. Scripta 90, 068015 (2015).

Información Cuántica - LXV-004743

11:00-13:00 **Funciones de correlación y efectos no markovianos en átomos interactuando cerca de una nanofibra óptica** Pablo Barberis Blostein (*pablobb@gmail.com*), Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas; *Alberto Del Ángel Medina (*bdelangel2893@gmail.com*), Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas; *Expositor.

En este trabajo estudiamos la dinámica colectiva de dos átomos de ^{87}Rb interactuando mediante el modo fundamental HE_{11} de una nanofibra óptica considerando explícitamente su función dieléctrica. Este proceso se vuelve no markoviano debido a los efectos de retardo en la interacción entre los átomos, así como de los tiempos de correlación del campo. Calculamos las funciones de correlación del modo fundamental para diferentes valores de la distancia entre los átomos a lo largo del eje de propagación de la fibra y de su radio, los cuales encontramos que son los parámetros relevantes del sistema cuando los efectos no markovianos son apreciables. Resolvemos numéricamente las ecuaciones de evolución atómica en el régimen no markoviano y estimamos la modificación de los ritmos de decaimiento colectivos de estados inicialmente súper y subradiantes, utilizando dos funciones dieléctricas para poder contrastar los resultados. Estos muestran una modificación de entre el 0.5% y 4% dependiendo de la función dieléctrica utilizada; además, debido al acoplamiento no despreciable de los átomos con una fracción de los modos de la nanofibra, encontramos que el fenómeno subradiante perfecto es en principio imposible en esta plataforma.

Información Cuántica - LXV-005145

11:00-13:00 **Evolución temporal aproximado para un sistema híbrido abierto.** José Francisco Récamier Angelini (*pepe@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas; *Luis Alberto Medina Dozal (*luis.medina@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas; *Expositor.

En este trabajo, consideramos un sistema híbrido abierto compuesto por un sistema optomecánico forzado y un Hamiltoniano de Jaynes-Cummings. La cavidad permite la salida de fotones y el sistema de dos niveles puede decaer espontáneamente. Utilizando técnicas algebraicas construimos un operador de evolución temporal aproximado para el sistema optomecánico forzado, el cual usamos para pasar el Hamiltoniano de Jaynes-Cummings al marco de interacción. Dentro de este marco de interacción resolvimos la ecuación maestra y estudiamos la influencia de los

decaimientos en la evolución de algunas observables del sistema.

Información Cuántica - LXV-005179

11:00-13:00 **Non-Hermitian Pöschl Teller Hamiltonians generated by nonlinear equations.** Sara Guadalupe Cruz Y Cruz (*sgcruz@ipn.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Maria Del Carmen Blazquez Villalobos (*mblazquezv1800@alumno.ipn.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

En este trabajo se considera la generación de familias de Hamiltonianos Hermitianos y no Hermitianos con espectro real mediante el método de factorización. Se explorará la construcción de potenciales complejos cuyos espectros dependen cuadráticamente del número cuántico. Se establecen relaciones de ortogonalidad y completez asociadas a cada familia de potenciales con el enfoque biorthogonal en el caso de los Hamiltonianos no Hermitianos.

Información Cuántica - LXV-005338

11:00-13:00 **Relación de incertidumbre de Robertson-Schrödinger para qubits: un enfoque visual** *Julio César Gutiérrez Vega (*juliocesar@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.

El principio de incertidumbre establece un límite a nuestra capacidad para predecir los resultados de dos mediciones de observables incompatibles. La relación de incertidumbre de Heisenberg para dos observables arbitrarios A y B se estudia en los libros de texto. Sin embargo, se presta poca o ninguna atención al hecho de que Schrödinger generalizó la relación de Heisenberg teniendo en cuenta la covarianza entre los observables A y B. Esta desigualdad extendida se conoce como la relación de incertidumbre de Robertson-Schrödinger. En este trabajo demostramos el hecho menos conocido de que los estados cuánticos de dos niveles, es decir, qubits, satisfacen siempre la igualdad de la relación de incertidumbre de Robertson-Schrödinger para dos observables arbitrarios A y B. Aplicando el homomorfismo entre los grupos $\text{SU}(2)$ y $\text{SO}(3)$, es posible mapear las distribuciones de los valores esperados y las varianzas de los observables, el término de Heisenberg y la covarianza sobre la esfera de Bloch. La visualización gráfica de las cantidades relevantes involucradas en las relaciones de incertidumbre nos permite distinguir propiedades específicas y simetrías que no son tan evidentes en el formalismo algebraico.

Información Cuántica - LXV-005412

11:00-13:00 **Excitaciones de Rydberg en una trampa magneto-óptica** Leonardo Uthhoff Rodríguez

(uhthoff@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Asaf Paris Mandoki (asaf@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Eduardo Esquivel Ramírez (edy_95fis@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Edgar Giovanni Alonso Torres (giovanni.alonso@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

El Laboratorio de Óptica Cuántica de Rydberg tiene como propósito investigar las interacciones fundamentales entre la luz y la materia al nivel de unos cuantos fotones a través de la excitación de átomos fríos de rubidio a niveles altamente excitados. Dichos átomos, llamados átomos de Rydberg, presentan propiedades exageradas respecto a átomos en estado base, estas propiedades permiten observar fenómenos no lineales de interacción luz y materia. En este trabajo se exponen los detalles de los avances recientes en el laboratorio. Se hablará del sistema de láseres que cuenta con diversos tipos de anclaje y en particular, el desarrollo de un sistema de anclaje digital que nos han llevado como último resultado a la observación de excitaciones de Rydberg en una nube de átomos fríos de rubidio 87.

Información Cuántica - LXV-005681

11:00-13:00 **Diseño y fabricación de compuertas cuánticas basadas en acopladores ópticos integrados de Si₃N₄** Karina Garay Palmett (kgaray@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Francisco Antonio Domínguez Serna (fadomin@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Wencel De La Cruz Hernández (wencel@ens.cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Ferne Castro Simanca (ferney@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.

La fotónica cuántica integrada recientemente ha surgido como una opción viable para desarrollar tecnologías cuánticas como por ejemplo, computación cuántica, simulación cuántica y metrología cuántica [1]. Dentro de sus ventajas resalta la integración de fuentes, detectores y estructuras de guías de onda en un dispositivo de pequeño tamaño [2,3]. Una de estas estructuras son los acopladores ópticos basados en guías de onda, los cuales pueden funcionar como divisores de haz, separadores y mezcladores de frecuencias. En particular, la evolución unitaria del divisor de haz permite su aplicación como compuertas cuánticas. En este trabajo se diseñan acopladores ópticos integrados de Nitruro de Silicio (Si₃N₄) sobre dióxido de Silicio (SiO₂) y en sustrato de Silicio (Si) que pueden ser utilizados como compuertas cuánticas de camino óptico con aplicacio-

nes en procesamiento de información. Se demuestra que el acoplador funciona como una compuerta cuántica X de Pauli si la longitud central del acoplador corresponde a un número impar de longitudes de acoplamiento. De esta forma, cuando un fotón entra por uno de los brazos del acoplador, sale por el brazo contrario. Además, se pueden diseñar compuertas cuánticas Y y Z de Pauli agregando en uno de los caminos ópticos un elemento que cambia la fase. Finalmente, se presenta un acoplador óptico integrado fabricado en fotoresina en el Laboratorio Nacional de Nanofabricación (LaNNAFab) del Centro de Nanociencias y Nanofabricación (CNyN), con un ancho de 0.750 μm y una separación entre guías de onda de 0.650 μm . Palabras clave: Acoplador direccional; Nitruro de Silicio; Circuito fotónico integrado.

References

[1] Acín, A. et al., New Journal of Physics, 20(8), 080201 (2018).

[2] Politi, A. et al., Science, 320(5876), 646-649 (2008).

[3] Karina Garay-Palmett, et al. XII Reunion of the Quantum Information Division, Sep 2019, Puebla, Mexico. -hal-02291151-.

Información Cuántica - LXV-005955

11:00-13:00 **Excitaciones superficiales de gotas mixtas en mezclas de condensados de Bose-Einstein** Rocío Jáuregui Renaud (rocio@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Santiago Francisco Caballero Benitez (scaballero@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*José Ernesto Alba Arroyo (ernestoalba@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Recientemente se propuso el sistema de burbujas mixtas [1]. Éste es un régimen donde se pueden crear burbujas de una fase mixta en coexistencia con la fase pura de una de las dos especies bajo condiciones controladas de interacciones repulsivas. Ésto es el resultado de la competencia entre efectos de campo medio y efectos más allá de campo medio usando la corrección de Lee-Huang-Yang para dos especies atómicas heteronucleares [2,3]. Proponemos soluciones variacionales para las excitaciones superficiales de la burbuja en la interfaz con la fase pura, y encontramos el valor numérico del espectro de excitaciones para diferentes valores experimentales [4]. La forma de las excitaciones nos permite elaborar un modelo para la tensión superficial.

[1] P. Naidon and D. S. Petrov, *Mixed Bubbles in Bose-Bose Mixtures*, Phys. Rev. Lett. 126, 115301 (2021).

[2] T. D. Lee, K. Huang and C. N. Yang, *Eigenvalues and eigenfunctions of a Bose system of hard spheres and its low-temperature properties*, Phys. Rev. **106**, 1135 (1957).

[3] D. M. Larsen, *Binary mixtures of dilute Bose gases with repulsive interactions at low temperature*, Annals of Phys. 24, 89 (1963).

[4] J. E. Alba-Arroyo, S. F. Caballero-Benitez, R. Jauregui. *Weber number and the outcome of binary collisions between quantum droplets*. arXiv:2202.05939v1

Instrumentación - LXV-004575

11:00-13:00 **Diseño y construcción de fuente y LED comercial IR para medición de materiales Upconversion**

José Luis Fraga Almanza (josefraga@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Fisico Matematicas - Universidad Autonoma de Coahuila;

Luis Armando Díaz Torres (diltacio@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica A. C.;

Carlos Eduardo Rodríguez García (crodriguezgarcia@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Fisico Matematicas - Universidad Autonoma de Coahuila;

Eduardo Montes Ramírez (emontes.e@ugto.mx), División de Ciencias e Ingeniería - Universidad de Guanajuato Campus León;

David Alejandro Espinoza Salinas (d_espinoza@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Fisico Matematicas - Universidad Autonoma de Coahuila;

Oscar Ivan Gomez Zavala (oscar.gomez@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Fisico Matematicas - Universidad Autonoma de Coahuila;

*José Abisaid Martínez Mata (qbo.28@hotmail.com), Facultad de Ciencias Fisico Matematicas - Universidad Autonoma de Coahuila; *Expositor.

El desarrollo de componentes ópticos experimentales de bajo costo para medición de propiedades como la luminiscencia de materiales es un reto para la Ingeniería Física.

Algunos materiales excitables con luz IR de longitud de onda de 980 nm son los materiales luminiscentes (ML) upconversion (UC). En general los ML-UC emiten en el visible las componentes rojas, verde y azul al absorber 2 o 3 fotones de IR para producir luz visible.

En este trabajo se diseñó, desarrolló y montó un circuito para un diodo emisor de luz infrarroja de 980 nm (LED-IR-980nm) y de 10 W con elementos de potencia de bajo costo. Además, se construyó una fuente de voltaje para la regulación de la potencia de emisión del LED-IR-980nm. Utilizando un espectrofotómetro visible-IR Ocean Optics USB 2000 se caracterizó la emisión del LED-IR-980nm, obteniendo un perfil de doble banda centrado en 940 nm, 980 nm respectivamente. Como prueba de este concepto se excitó un ML-UC (SrLaAlO₄:Er Yb), con el LED-IR-980nm, donde se detectó una señal de emisión intensa en torno a 550 nm, proveniente del ion Er³⁺. Por lo que el LED-IR-980nm puede ser utilizado como fuente de excitación en mediciones de materiales luminiscentes upconversion.

Palabras clave: LED, Infrarrojo, diseño, bajo costo, Upconversion,

Instrumentación - LXV-005224

11:00-13:00 **PicoScope 4000 series aplicado a instrumentación virtual con Python en GNU Linux.**

Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Arturo Arreola Lucas (aal@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;

María Gabriela Báez Juárez (gbaez@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;

*Enrique Flores Olmedo (efo@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

La instrumentación virtual es el uso de software personalizable para cumplir con las necesidades del usuario, creando un sistema de medición específico que disminuye las limitaciones físicas de fabricante. Se presenta un instrumento que tiene incluido un osciloscopio de ocho canales y un generador de funciones los cuales se programan en Python para realizar un instrumento virtual, el cual tiene como propósito medir las resonancias en una barra de aluminio. A diferencia de un instrumento tradicional, se disminuyen los costos de hardware y ofrece una mayor portabilidad para la adquisición y tratamiento de los datos.

Instrumentación - LXV-005332

11:00-13:00 **Diseño de una tobera electromecánica para un cohete experimental de combustible sólido.**

*Claudia Victoria Olivar Jiménez (victoriaolivar@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

José Luis Del Rio Valdés (jluisdrv@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Una tobera en un cohete es el dispositivo por donde el combustible es expulsado, transformando la energía potencial de la presión de los gases a energía cinética. Al ser un elemento primordial del cohete, el agregarle movimiento permitiría modificar su trayectoria de manera significativa con la intención de controlarlo. En este trabajo se ha diseñado una tobera electromecánica de dos grados de libertad que implementa la tecnología Arduino para su movimiento en conjunto con dos servomotores y un sensor IMU. Se muestra el procedimiento para la elaboración del combustible sólido, haciendo énfasis en los protocolos de seguridad. Además, se presentan los experimentos para la caracterización de dicho combustible. Finalmente, se muestra el modelo 3D de este primer prototipo de tobera, su impresión en 3D y las pruebas que se han llevado a cabo para su implementación.

Instrumentación - LXV-005460

11:00-13:00 **Prototipo de “Electrortesis” fabricada por manufactura aditiva** Ricardo Agustín Serrano (*ricardo.agustin@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Georgina Wong Ovando (*georgina.wong0108@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Daniela Bautista Reyes (*danybare492@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el área de ciencias de la salud, son varios aparatos tecnológicos los que ayudan a mejorar los métodos de rehabilitación, dentro de esta categoría, se encuentran las ortesis, aparatos cuyo objetivo se centra en la inmovilización de articulaciones ante fracturas o lesiones.

En cuanto a la terapia, existen varias técnicas de rehabilitación; este prototipo se enfocará en la electroterapia. El tipo de tratamiento de electroterapia que se debe aplicar dependerá de la evaluación médica realizada a cada paciente. Durante las sesiones de electroterapia la corriente eléctrica es aplicada, creando una sensación relajante en el cuerpo del paciente.

Con lo antes mencionado, se pensó en un aparato que integre ambos conceptos de ortesis y electroterapia, es así que surgió el prototipo de “Electrortesis”.

Utilizando un sensor de reconocimiento de estructura vinculado al software Skanect, se obtuvieron las características necesarias del brazo del paciente, con ayuda del software Meshmixer se diseñó el prototipo de ortesis articulada mediante los datos obtenidos por el sensor. Posteriormente se realizó un análisis de elemento finito con el software FreeCAD, con el objetivo de evaluar sus propiedades mecánicas y mejorar el rendimiento del diseño. Además, con el software Proteus se implementó una simulación del circuito que manda pulsos eléctricos a través de electrodos al brazo del paciente para rehabilitación muscular. Mediante manufactura aditiva, se elaboraron las piezas de la ortesis para después ser ensambladas, y así finalmente unir la ortesis armada con el circuito de electroterapia.

Es importante fijarse en las necesidades de pacientes con problemas ortopédicos, este prototipo se pensó para innovar los aparatos ya existentes ocupados para lesiones de este tipo. El bajo costo de manufactura permite más asequibilidad para los pacientes además gracias al escaneo 3D, la ortesis es construida bajo las necesidades del paciente que la requerirá.

Instrumentación - LXV-005881

11:00-13:00 **Experimento Robótico para medir la disipación de calor en un área de concreto hidráulico y otros materiales.** Raúl Ochoa Valiente (*raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

María Teresa Romero De La Cruz (*teresa.romero.cruz@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

Joel David López Sánchez (*joel.lopez@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

Angel Fernando Martínez Mendoza (*mendoza_a@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

*Carlos Moreno Adame (*adame_c@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

*Expositor.
En este trabajo presentamos los resultados de un experimento en el cual se diseñó un robot para hacer un recorrido de un área determinada por geoposicionamiento global (GPS). Se ha diseñado un algoritmo para hacer un recorrido orientado por GPS y giroscopio digital, de manera que permita la toma de muestras de temperatura a nivel piso, y a dos alturas distintas.

Debido a que la naturaleza del muestreo en dos dimensiones presenta errores en la posición asociada, utilizamos un método de geoestadística conocido como Kriging para la interpolación de superficies y de esta manera generar los diversos perfiles de distribución de temperaturas sobre el área en los niveles de altura donde se realiza la medición. Se presentará el desarrollo del robot, los algoritmos utilizados, los circuitos diseñados, los esquemas de medición y resultados de la interpolación a los diversos niveles de las temperaturas superficiales y la distribución de temperaturas en función de la altura. Para esta etapa, iniciamos con mediciones sobre áreas planas en concreto hidráulico, asfalto.

Se pretende con este trabajo hacer mediciones experimentales utilizando en esta primera instancia, robots autónomos que permitan determinar parámetros diversos a estudiar. De esta manera se pueden estudiar el reflejo de la radiación solar en áreas urbanas y su efecto en la temperatura alrededor de estos. Tiene el potencial de medir otro tipo de variables como son humedad, iluminación, niveles de ruido o de radiación donde la presencia humana pueda verse comprometida. Además, permite realizar mediciones para compararse estas con modelos matemáticos de distribución de las variables a estudiar, en ambientes donde la presencia humana pueda alterar el entorno. Otra potencial aplicación es el estudio de la reflexión de materiales en construcciones y como disipan esto las temperaturas, afectando al ambiente.

Instrumentación - LXV-005916

11:00-13:00 **Medición de consumo de agua y electricidad en tiempo real en el marco de Oficina Verde en la Universidad Autónoma de Coahuila.** Raúl Ochoa Valiente (*raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

Efraín Viesca Villanueva (*eviesca@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

Carlos Eduardo Rodríguez García (*crodriguezgarcia@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

Roberto Constanancio Torres Ramírez (*roberto.torres@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

Elsa Edith Rivera Rosales (*elsarivera@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas.;

Beatriz Adriana Martínez Irvias (*beatrizirivas@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

José Eduardo Vielma Martínez (*eduardovielma@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

David Canales Guajardo (*davidcanales@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

*Alma Gabriela Briseño De La Cruz (*alma_briseno@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.; *Expositor.

Leonardo Álvarez Astorga (*alvarez.leonardo@uadec.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

En la Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Camporredondo, se tiene un conjunto de edificios que fueron construidos en la década de 1970. En aquellos tiempos se consideró una sola entrada para el consumo de agua y otra entrada para el consumo de electricidad, abasteciendo desde esas tomas a todos los edificios de la unidad. Actualmente es necesidad la separación de consumos por edificio y gestionar su mejor aprovechamiento.

Con la creciente crisis del cambio climático es imperativo gestionar nuestros recursos, como son el agua y electricidad. Para poder administrarlos de mejor manera, necesitamos poder cuantificar su consumo, lo cual realizamos a través de la aplicación de un dispositivo de medición de flujo volumétrico y de corriente alterna en tiempo real, capaces de medir los consumos correspondientes en una edificación y transmitir los datos a un servidor central.

El dispositivo consiste en la utilización de microcontroladores conectados a un sensor de flujo de efecto Hall y un sensor de corriente eléctrica por efecto de inducción; y a través de wi-fi o ethernet, los datos recopilados de los sensores son enviados a un servidor para su análisis, almacenamiento y visualización en tiempo real. Con estos datos se obtiene el gasto por hora y día, estadísticas y registros para así lograr una mejor gestión del agua y electricidad lo que permitirá tener información para la toma de decisiones sobre la administración de estos recursos en áreas de oficina.

Este es un plan piloto que se lleva a cabo en la Universidad Autónoma de Coahuila para la medición del consumo por unidades y un mejor registro de estos, con miras a implementar en todas sus unidades en el Estado.

Presentamos el desarrollo de los prototipos, la caracterización de los sensores, el servidor de datos, las pruebas y resultados de este esquema y las mediciones del consumo en las oficinas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas.

Instrumentación - LXV-006006

11:00-13:00 **REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE MEDICIÓN DE RESPUESTA DE SENSORES DE GAS A BASE DE QCM USANDO LA RESPUESTA TRANSITORIA.** Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

Georgina Beltrán Pérez (*gbeltran@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

Juan Castillo Mixcoatl (*juan.castillo@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

*Miguel Ángel Moreno Acosta (*mmorenoacosta95@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; *Expositor.

Los sensores de gas a base de microbalanza de cristal de cuarzo (QCM) tienen una respuesta muy lenta, por lo que se requiere una estrategia para reducir el tiempo de medición. Esta consiste en hacer una predicción de la respuesta en estado estable a partir de la transitoria mediante el ajuste punto a punto (ajustes sucesivos) a un modelo bi-exponencial de la respuesta hasta obtener un valor del estado estable sin que sea necesario alcanzar dicho estado. Para esto se realizó un programa de computadora implementando 2 métodos de regresión no lineales por mínimos cuadrados el método de Gauss-Newton y Levenberg-Marquardt. Se fabricaron sensores de gas a base de (QCM) para realizar mediciones, cada uno tiene un valor diferente de espesor de película sensible de etil celulosa los cuales fueron expuestos a etanol en un sistema dinámico. Se comparan los resultados obtenidos mediante el análisis de la respuesta experimental y por la predicción de la respuesta de los sensores ante diferentes concentraciones de etanol. Como resultado, se tiene una reducción en el tiempo de medición ocupando el método de predicción que permite obtener el valor de respuesta final en un promedio del 10% del tiempo que le lleva al sensor alcanzar la respuesta en estado estable final.

Instrumentación - LXV-006195

11:00-13:00 **Caracterización de un sistema de flujo de aire y temperatura para una cabina de pintura**

Marco Antonio Betanzos Torres (*marco.betanzos@utpuebla.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP, Av. San Claudio y 18 Sur Colonia

Jardines de San Manuel, Ciudad Universitaria, 72500, Puebla, Puebla, México.;

Edy Flores Flores (edy_ff@yahoo.com), Prep. Emiliano Zapata Salazar de la BUAP, Calle 4 Norte Número 2, esquina con 2 Oriente, colonia Centro, 72000, Puebla, Puebla, México.;

José Eladio Flores Mena (jefloresmena@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. San Claudio y 18 Sur, Col. San Manuel, C. P. 72570, Puebla, Puebla, México.;

*Mirna Patricia Juárez Varela (myr-pa@hotmail.com), Universidad Tecnológica de Puebla; *Expositor.

Caracterización de un sistema de flujo de aire y temperatura para una cabina de pintura.

En este estudio realizamos la implementación de un sistema de control de aire y temperatura para una cabina de pintura, controlando por medio de sensores el gradiente de temperatura que permitan optimizar un secado adecuado, evitando fallas y defectos en la aplicación de pintura así como incumplimientos a las normas de sustentabilidad, en conjunto con el diseño de una instalación que proporcione un adecuado control de factores como son: iluminación, ventilación, calefacción y filtrado de partículas de pintura, generando un ambiente óptimo para el proceso de pintado automotriz.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004463

11:00-13:00 Estudio comparativo de las propiedades físicas de películas delgadas de ZnO al ser depositadas con diferentes solventes Carlos Raúl Magaña Zavala (craul@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Dwight Roberto Acosta Najarro (dacosta@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Alejandra López Suárez (chipi@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las películas delgadas de ZnO son de gran interés debido a la variedad de aplicaciones que presentan en dispositivos ópticos y optoelectrónicos. El ZnO se obtiene en una variedad de formas que, según el proceso de fabricación, comprende desde el ZnO en bulto hasta el nanoestructurado. Es bien sabido que la calidad de los materiales se ve fuertemente afectada por las condiciones de crecimiento; esta situación se observa claramente al seleccionar la técnica usada para el depósito de las películas. Una técnica de bajo costo, rápida y que produce películas delgadas de buena calidad es el rocío pirolítico; sin embargo se sabe que las propiedades de las películas depositadas por esta técnica cambian dependiendo de la naturaleza de la solución precursora. Los solventes utilizados habitualmente en la solución precursora son etanol, metanol y alcohol isopropílico.

En este trabajo nos centraremos en el estudio del etanol y el metanol usados como solventes en la solución precursora y compararemos la influencia que el solvente tiene en las propiedades estructurales, morfológicas, ópticas y eléctricas de las películas delgadas de ZnO.

Las películas delgadas de ZnO se prepararon con la técnica de rocío pirolítico sobre sustratos de vidrio de soda lime, usando acetato de zinc y etanol (o metanol) en la solución precursora. El depósito se llevó a cabo a tres temperaturas del sustrato (400, 450 y 500°C).

Los estudios ópticos del material se llevaron a cabo usando la técnica UV-Visible, en el intervalo de 300 a 1000 nm. Las propiedades estructurales se estudiaron por medio de Difracción de Rayos X. Las medidas eléctricas se realizaron utilizando el método de las cuatro puntas. Para estudiar la morfología y el tamaño de partícula de las películas delgadas de ZnO, se utilizó la microscopía electrónica de barrido.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo otorgado por DGAPA-PAPIIT, mediante el proyecto IN-101122.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004614

11:00-13:00 Plantilla triboeléctrica basada en PDMS y grafito para generación de energía eléctrica al caminar Gabriel González Contreras (gabriel.gonzalez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Francisco Javier González Contreras (javier.gonzalez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Juan Roberto Moreno García (a136226@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

En este trabajo presentamos una plantilla triboeléctrica con membranas poliméricas compuestas de grafito y un polímero elastómero conocido como polidimetilsiloxano (PDMS). Estas plantillas triboeléctricas funcionan con nano-generadores triboeléctricos de contacto vertical. Los nano-generadores triboeléctrico son capaces de producir electricidad a partir de una pequeña variación de deformación mecánica, mediante la conjunción de triboelectricidad e inducción electrostática en la que el material se carga eléctricamente después de entrar en contacto con otro material por contacto o fricción. Se demostró que la combinación de PDMS-grafito es un excelente candidato para generar triboelectricidad de manera efectiva, además se propone una técnica de fabricación de plantillas de caucho sintético con nano-generadores triboeléctricos, siendo una de las bases para elaborar plantillas económicas que nos permitan tener un método de fabricación a gran escala de un sistema autoalimentado basado en grafito-PDMS que se puede utilizar para alimentar dispositivos eléctricos de bajo consumo.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004716

11:00-13:00 **Mojabilidad de multicapas de Grafeno y Óxido de Grafeno** *Jose Luis Benitez Benitez (jose.benitez@ujat.mx), Universidad Autónoma de México;*

Richard Falconi Calderón (richart.falconi@ujat.mx), Universidad Autónoma de México;

**Juan David Pérez Cabrera (182a12012@alumno.ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.*

El grafeno es un material de grosor atómico constituido íntegramente por átomos de carbono en una estructura hexagonal, que se ha estudiado intensamente debido a sus propiedades física y químicas únicas. Es un material que es relativamente fácil de transferir a diferentes superficies además de poseer una extraordinaria transparencia. Dado su potencial para posibles aplicaciones en recubrimiento de superficies, en este trabajo se presentan estudios de mojabilidad haciendo medición del ángulo de contacto de la gota de agua en películas de multicapas de Grafeno y Óxido de grafeno, las primeras sintetizadas mediante el método de CVD (Chemical Vapor Deposition) y el segundo empleando el método de Hummers modificado a partir de hojuelas de grafito. Además, se presenta la caracterización de las películas mediante espectroscopia Infrarroja y Raman.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004834

11:00-13:00 **Películas de óxido de titanio nanométrico elaboradas en impresión 3D LCD-resina para la degradación de colorantes orgánicos** *Ricardo Agustín Serrano (ricardo.agustin@correo.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

José Albino Moreno Rodríguez (romojoal@yahoo.com.mx), Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Yuriel Rojas Temoltzi (yuriel.rojas@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo se utilizó un nanocatalizador de óxido de titanio en polvo, para encapsularlo en películas de resina por impresión 3D. Se le dio un tratamiento térmico al nanocatalizador de TiO₂ con la película de resina a 500°C, con la finalidad de tener la película del nanomaterial de TiO₂ libre de resina. La película de TiO₂ se caracterizó por infrarrojo, difracción de rayos X, ultravioleta-visible, microscopia electrónica de barrido y análisis elemental, mostrando propiedades ópticas, electrónicas y parámetros físicos correspondiendo a la fase cristalina anatasa. La actividad fotocatalítica del nanocatalizador de la película de TiO₂ en la degradación del colorante (azul de metileno), mostró una eficiencia mayor del 80%.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004969

11:00-13:00 **Facil top-down synthesis for blue photo luminescent WS₂ quantum dots** *Selene Sepulveda-Guzman (selene.sepulvedagz@uanl.edu.mx), Posgrado - Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - Universidad Autónoma de Nuevo León;*

Maria Isabel Mendivil Palma (maria.mendivil@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados;

Nora Aleyda Garcia-Gomez (nora.garcian@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Químicas;

Sofia Vázquez-Rodríguez (sofia.vazquezrd@uanl.edu.mx), Posgrado - Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - Universidad Autónoma de Nuevo León;

Dulce Esperanza Carrasco Castillo (dulcecarrascocas@gmail.com), Posgrado - Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - Universidad Autónoma de Nuevo León;

**Rohini Neendoor Mohan (ronemo@ier.unam.mx), Posgrado - Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Tungsten disulfide (WS₂) quantum dots (QDs) has attained much research interest owing to its unique optoelectronic properties. Synthesis method and processing conditions play a major role in controlling the optical properties of the WS₂ QDs. In the present work, WS₂ QDs were synthesised using a simple top-down method via cryogenic milling of commercially available bulk tungsten disulfide powder in the presence of liquid nitrogen followed by ultrasonication in acetone. The resultant dispersion was centrifuged at 5000 rpm for 20 minutes to remove the residues. The obtained suspension of WS₂ QDs in acetone showed blue photo luminescence under ultraviolet radiation. The synthesised WS₂ QDs were characterised by transmission electron microscopy, UV-Vis spectroscopy and photo luminescence spectroscopy. From these studies, we found that the WS₂ QDs has an average crystallite size of 5 nm and an optical energy bandgap of 3.5 eV. The WS₂ QDs showed strong photoluminescence. Maximum emission peak at 390 nm was observed for an excitation wavelength of 350 nm. Chemical structure study by Raman and X ray photoelectron spectroscopy analysis revealed the solvent effect on the ultrasonic breakdown in acetone. Results on the activity of these WS₂ QDs as electrocatalyst in hydrogen evolution reaction and as fluorescent sensors will be presented.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004995

11:00-13:00 **Síntesis de nanopartículas de plata usando inulina de agave** *David Omar Oseguera Galindo (david.oseguera@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;*

Miguel Ojeda Martínez (miguel.ojeda@valles.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

Edén Oceguera Contreras (eden.oceguera@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

*María Teresa Sánchez Vieyra (*maria.sanchez4088@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

Las nanopartículas de plata (AgNPs) han captado el interés de muchos investigadores por su amplia aplicación en diversas áreas. La utilidad de este nanomaterial radica en que posee propiedades antibacterianas, antihongos, antivirales y antiinflamatorias, que se han aprovechado en la tecnología de alimentos, en la industria textil (prendas antimicrobianas), en el sector agrícola y en la medicina (Ávalos, et al., 2013).

En este trabajo se realizó exitosamente la síntesis de AgNPs mediante un método biológico utilizando sal de nitrato de plata (AgNO_3) como agente precursor e inulina de agave como agente reductor y estabilizador. En el método biológico, a diferencia de otros métodos químicos y físicos, se emplean protocolos más seguros, de baja o nula toxicidad, compatibles con el medio ambiente, económicos y sencillos (Singh, et al., 2018, Oseguera, et al., 2018).

En el proceso de síntesis se estudio el efecto de la concentración del AgNO_3 y de la inulina de agave en la tasa de formación de las AgNPs. Para estudiar el efecto del AgNO_3 se prepararon 3 muestras con la misma concentración de inulina de agave (40 mg/mL) y distintas concentraciones molares de AgNO_3 (10, 7.5 y 5 mM). Por otra parte, para estudiar el efecto de la inulina de agave se prepararon 3 muestras con la misma concentración molar de AgNO_3 (10 mM) y distintas concentraciones de inulina de agave (60, 50 y 40 mg/mL).

Las NPs fueron caracterizadas por Espectrofotometría UV-Vis y Microscopio Electrónico de Transmisión, de lo cual se obtuvo que casi la totalidad de AgNPs obtenidas mostraron forma cuasi esférica, con tamaño entre 1 y 50 nm de diámetro, pero en su gran mayoría de tamaño menor a 10 nm. Esto es un buen resultado debido a que nanopartículas (NPs) de un tamaño menor o igual a 10 nm, presentan buena actividad bactericida.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005074

11:00-13:00 **Propiedades Electrónicas de Nanoalambres de [111]-SiC con Li superficial** Miguel Cruz-Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional ESIME Culhuacan;

Rocío Nava Lara (*rnava@unam.mx*), Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México; Jacqueline Rebollo (*jacquel_reb@yahoo.com*), Instituto Politécnico Nacional CECYT 10 Carlos Vallejo Márquez;

Álvaro Miranda Durán (*amirandad.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional ESIME Culhuacan; Fernando Salazar Posadas (*fsalazarp@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional ESIME Culhuacan;

*Mario Gonzalez Perez (*marioglzprz@esimez.mx*), Instituto Politécnico Nacional ESIME Culhuacan; *Expositor.

El aumento en la demanda energética ha impulsado el desarrollo de materiales para mejorar la eficiencia de dispositivos de almacenamiento de energía. La nueva generación de baterías recargables requiere de una mayor capacidad de almacenamiento en un menor volumen, así como una vida útil larga y que sea segura para el usuario. Las nanoestructuras cuentan con una gran superficie que permite un mayor almacenamiento de energía y sus propiedades electrónicas pueden ser controladas aprovechando el confinamiento cuántico y los efectos de superficie. En este trabajo, presentamos un estudio teórico del efecto de los átomos de Li superficiales sobre las propiedades electrónicas de nanoalambres de SiC (SiCNW) pasivados con átomos de H y crecidos a lo largo de la dirección cristalográfica [111]. El estudio considera la sustitución secuencial de átomos de H enlazados a C por átomos de Li y se estudia la estructura electrónica de bandas, energía de formación y la energía de enlace. Los resultados indican que la brecha de energía disminuye como función del diámetro del nanoalambre y de la concentración de Li. Al aumentar la concentración de Li la brecha de energía pasa de ser directa a indirecta en la mayoría de los casos. Por otro lado, la energía de enlace del Li con el nanoalambre está entre 1.1 eV y 1.6 eV para todas las morfologías estudiadas. Asimismo, la energía de formación disminuye con la concentración de Li lo que nos indica que las estructuras ganan estabilidad al aumentar la concentración de Li. Estos resultados ayudan a entender si el diseño propuesto de nanoalambres de SiC es adecuado para utilizarse como electrodos de baterías recargables.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005248

11:00-13:00 **Nanoestructuras de TiO₂ preparadas por erosión iónica y anodizado** Ma. De La Paz Cruz Jáuregui (*mcruz@ens.cnyn.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. CENTRO DE NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGÍA; Duilio Valdespino Padilla (*duilio.valdespino.padilla@uabc.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA;

Juan Ramon Zazueta Lopez (*juan.zazueta@uabc.edu.mx*), CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA;

*Sara Angelica Domínguez Tejero (*dominguez.sara@uabc.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA; *Expositor.

La popularidad del titanio en la biomedicina ha crecido enormemente en las últimas décadas debido a su biocompatibilidad, ligereza y alta resistencia a la corrosión. La biocompatibilidad del Ti reside en la formación de TiO₂ en contacto con la sangre, el cual queda fuertemente ligado, a diferencia de los óxidos de otros metales, evitando así

la liberación de iones y el consiguiente rechazo del sistema inmune. Se ha observado sin embargo, que los insertos de Ti que substituyen huesos, crean microfracturas en su superficie, las que se agravan con el tiempo, provocando que la pieza quede floja y deba reemplazarse. Por esta razón es necesario elaborar superficies que promuevan la regeneración del tejido óseo. Aunque se ha observado que la rugosidad y porosidad nanométrica, favorecen dicha regeneración, la elaboración de superficies nanoporosas no es simple. Por ello, en el presente trabajo se elaboraron superficies nanoporosas, pero también nanoestructuradas de TiO₂, a partir de películas de Ti depositadas por erosión iónica, las que después se anodizaron variando los parámetros de síntesis tales como el tiempo de anodizado (1 a 3 min) y el voltaje (20 a 40 V). Las muestras fueron caracterizadas por XRD, SEM y EDS. Las diferentes superficies obtenidas, desde nanoporosas hasta nanotubos y nanopasto, servirán para estudios ulteriores de crecimiento celular óseo.

Agradecimientos:

Al M.C. Raúl Campos y al M.C. Pedro Casillas por su apoyo técnico. Este trabajo fue apoyado por CONACYT, proy. A1-S-14758.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005360

11:00-13:00 **Propiedades estructurales y formación de defectos de anillo en nanogotas de cristal líquido discótico.** *Carlos Ignacio Mendoza Ruiz (cmendoza@iim.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

José Adrian Martínez González (jose.adrian.martinez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Enrique Díaz Herrera (diaz@zanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa;

**Andrea Hetzel Llanas García (andrea8llanas@gmail.com), Instituto Potosino de Investigación Científica Y Tecnológica; *Expositor.*

Daniel Ignacio Salgado Blanco (daniel.salgado@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosino de Investigación Científica Y Tecnológica;

En este trabajo, realizamos simulaciones de Monte Carlo en un ensamble NpT de un cristal líquido discótico con mesógenos de Gay-Berne, el cual se encuentra confinado en una gota esférica cuya superficie promueve un anclaje tipo face-on (homeotrópico). Encontramos que, a diferencia del sistema infinito, el valor del parámetro de orden como función de la temperatura no muestra una evidencia clara de una transición isotrópica-nemática de primer orden. También encontramos que la imposibilidad de satisfacer simultáneamente el requisito del campo director uniforme de una fase nemática y las condiciones de contorno radial, da como resultado la aparición del defecto topológico conocido como línea de disclinación en forma de anillo. Este defecto topológico se observa como meca-

nismo de liberación de tensión en el interior de la gota. Al continuar enfriando el sistema, se observa el crecimiento de una fase columnar en el centro de la gota.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005395

11:00-13:00 **Sensado de disoluciones estándar de arsenito mediante coloide de nanovarillas de oro bioconjugadas** *Claudia Oliva Mendoza Barrera (cmendoza@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Víctor Manuel Altúzar Aguilar (valtuzar@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Lucía Sofía Flores Hidalgo (lucia.floresh@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Esmeralda Aguilar Martínez (esmeralda.aguilarma@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El arsénico es un constituyente natural del ambiente marino y de agua dulce. Generalmente se encuentra en concentraciones muy bajas, pero las actividades industriales o mineras han aumentado los niveles de iones metálicos en los sistemas subterráneos de agua dulce. Derivado de su incremento, su monitoreo a través de sensores es fundamental para determinar que su concentración se mantenga dentro de los niveles permitidos por normas nacionales e internacionales. En el presente trabajo se fabricaron nanovarillas de oro (AuNRs) por el método de semilla y se determinaron sus bandas plasmónicas localizadas y razón de aspecto mediante espectroscopia UV-Vis y microscopía electrónica de barrido, respectivamente. Así mismo, su bioconjugación con queratina y su interacción con iones de arsenito a diferentes concentraciones estándar de arsénico (5 a 30 ppb) fue estudiada por UV-Vis. Los espectros UV-Vis muestran un desplazamiento hacia el infrarrojo cuando la concentración del arsenito aumenta.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005418

11:00-13:00 **Películas moleculares empleadas en la detección y reconocimiento de elementos biológicos** *Margarita Rivera Hernández (mrivera@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Jesús Miguel Rivera Cruz (jmrivera@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo, se emplearon moléculas aromáticas tipo porfirinas con y sin centro metálico en forma de películas delgadas, para estudiar el efecto que tiene la estructura molecular (centro metálico, ligantes, etc.) en el fenómeno de adsorción y reconocimiento de diferentes aminoácidos.

La morfología de las películas fue analizada utilizando las técnicas de microscopia de fuerza atómica (AFM) y microscopia electrónica de barrido (SEM), antes y después de la interacción. El ángulo de contacto reflejó la hidrofobicidad de las superficies como función de la estructura molecular. La cantidad de aminoácido adsorbido por las películas se determinó mediante la técnica de UV-Vis. Por otro lado, analizando cinéticas y modelos de adsorción, se pudo determinar el mecanismo de crecimiento para cada sistema. Finalmente, se realizaron cálculos computacionales empleando teoría del funcional de la densidad para determinar energías de enlace, así como sitios preferentes de interacción.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005532

11:00-13:00 **Estudio de la sensibilidad de sensores basados en la microbalanza de cristal de cuarzo con nanopartículas de etil celulosa para la detección de compuestos orgánicos volátiles** Georgina Beltrán Pérez (*gbeltran@fcfm.buap.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Claudia Mendoza Barrera (*cmendoza@fcfm.buap.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Instituto Tecnológico de Tokyo; *Ian Chuey Mendoza (*ian.chueym@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor. Juan Castillo Mixcoatl (*jcastill@fcfm.buap.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@fcfm.buap.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional;

Las nanopartículas poliméricas tienen una amplia gama de aplicaciones. Entre ellas se encuentra la detección de compuestos orgánicos volátiles (VOCs), dado que presentan alta sensibilidad y son parcialmente selectivos a ellos. Por su parte, las microbalanzas de cristal de cuarzo (QCM) son sensores de masa de alta precisión. En este trabajo se sintetizaron y depositaron mediante el método de casting, nanopartículas de etil celulosa (NPECs) sobre electrodos de QCMs de 5, 12, 20 y 30 MHz (QCM-NPECs). Las masas de las NPECs depositadas van de 0.89 ng a 4.46 ng con diámetro hidrodinámico promedio de 60 ± 14 nm, determinado mediante microscopia electrónica de barrido. Se determinó que las QCMs de 30 MHz son hasta 225 veces más sensibles a los cambios de masa comparados con las de 5 MHz. Se determinó la respuesta a etanol (814, 2036, 4075, 6109 ppm), etil acetato (1228, 2457, 3685 y 4913 ppm), y heptano (878, 1756, 2634 y 3512 ppm) de los sensores de 5, 12, 20 y 30 MHz con NPECs, fabricados. Las condiciones experimentales de trabajo fueron a 20 °C y 20 % de humedad relativa. Los resultados mostraron que los sensores QCMs de 30 MHz son hasta 3.22 veces más sensi-

bles a etanol, 2.92 veces más sensibles a etil acetato y 2.69 veces más sensibles a heptano que las QCMs de 20 MHz. A su vez, las QCMs de 20 MHz son hasta 5.72 veces más sensibles a etanol, 7.67 veces más sensibles a etil acetato y 9.73 veces más sensibles a heptano que las QCMs de 12 MHz. Es decir, a mayor frecuencia de operación, mayor sensibilidad másica.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005554

11:00-13:00 **Propiedades estructurales y luminiscentes de nanorodillos de ZnO dopados con Eu fabricados sonoquímicamente** Mario Enrique Alvarez Ramos (*enrique.alvarez@unison.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Roberto Pedro Duarte Zamorano (*roberto.duarte@unison.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Raúl Sánchez Zeferino (*raul.sanchez@unison.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Juan Pedro Del Castillo Valencia (*a219208472@unison.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Expositor.

En este trabajo se prepararon nanorodillos de ZnO dopado con europio (Eu) por el método sonoquímico con el objetivo de evaluar sus propiedades luminiscentes y la sintonización de la emisión en el visible como efecto del dopaje con europio. Las muestras de ZnO presentaron una morfología de tipo rodillo con un diámetro de 100 nm y una longitud de 250 nm, aproximadamente. Mediante espectroscopía Raman se encontraron los modos vibracionales fundamentales del ZnO, no se encontraron modos locales de vibración debido al dopaje con Eu. Se reportan los cambios en intensidad y posición de las emisiones intrínsecas y extrínsecas (380 y 580 nm) de los nanorodillos de ZnO con diferentes concentraciones de Eu. Diagramas de cromaticidad de los nanorodillos de ZnO:Eu también son discutidos.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005658

11:00-13:00 **Procesado láser de patrones lineales en grafeno modificado y su estudio por Espectroscopía Raman** Susana Álvarez García (*susana.alvarez@unison.mx*), Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Física; *José Agustín Parada Peralta (*a219209388@unison.mx*), Universidad de Sonora, Programa de Licenciatura en Física; *Expositor.

Uno de los sistemas de nanocarbonos sp^2 con mayor relevancia respecto de las aplicaciones que se le pueden asignar, es el grafeno. Esta estructura consiste en una capa monoatómica de carbonos los cuales forman un material 2D plano de redes hexagonales. Este material posee una amplia gama de aplicaciones para la electrónica, optoelec-

trónica, almacenamiento de energía entre muchas otras; gracias a sus extraordinarias propiedades eléctricas, ópticas, mecánicas, térmicas y químicas. Se pueden generar diversos efectos deseables en el grafeno mediante la irradiación pulsada láser, tales como oxidación, reducción, funcionalización, ablación entre otros, que pueden modificar las propiedades originales del grafeno para añadir otras y mejorarlas. Es por esto que las técnicas de procesado láser se están investigando tan ampliamente en la elaboración de dispositivos con grafeno. No obstante, se continúa requiriendo investigación más profunda. En el presente, se lleva a cabo un procesado láser pulsado de femtosegundos sobre grafeno con el objetivo de modificarlo. La escritura láser se realiza en el infrarrojo cercano con una potencia por debajo de la ablación, realizando patrones lineales sobre la muestra. Asimismo, se estudian, mediante espectroscopía Raman excitada utilizando un láser de $\sim 473 \text{ nm}$, las bandas principales del grafeno, alrededor de los $\sim 1350, 1585, 2700 \text{ cm}^{-1}$ (conocidas como D, G, 2D, respectivamente), con la motivación de obtener información acerca de los modos de vibración, cantidad y tipo de defecto, dopaje y tensiones mecánicas, entre otros.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005730

11:00-13:00 **Detección y captura de pequeñas moléculas de gas sobre siligeno hidrogenado.** *Jonathan Guerrero Sanchez (guerrero@cnyn.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Autónoma de Puebla; Noboru Takeuchi (takeuchi@cnyn.unam.mx), International School of Advanced Studies; José De Jesús Quijano Briones (jose.quijanobrns@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; José Israel Paez Ornelas (josepaez@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Héctor Noé Fernández Escamilla (noefdez@ens.cnyn.unam.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Luis Guillermo Villarreal Franco (luis.gmo01@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

El uso de nuevos sistemas bidimensionales para detectar y capturar moléculas orgánicas es un área de investigación vital. En este trabajo hemos investigado, por cálculos de primeros principios, la viabilidad de utilizar una monocapa de siligeno hidrogenado (HSiGeH) para detectar y capturar pequeñas moléculas de gas por medio de una reacción con un mecanismo autopropagante. Se estudió la adsorción de formaldehído (CH_2O), acetileno (C_2H_2) y etileno (C_2H_4) sobre una monocapa de HSiGeH con una vacancia de H (para dos casos: una vacancia de H en un Si o en un Ge). En cada caso la molécula se quimisorbe sobre la vacancia de H, aumentando la longitud de sus enlaces C-O o C-C, indicando que los enlaces dobles o triples se rompieron parcialmente, dando lugar a electrones desapareados en un C de cada molécula. Encontramos

que la molécula hidrogenada y quimisorbida sobre la monocapa con una nueva vacancia de H es la configuración energéticamente más estable para cada reacción. La viabilidad de las reacciones fue analizada por medio de la trayectoria de mínima energía, computada con el método de 'nudged elastic bands with climbing image' (CI-NEB). Nuestros resultados muestran que la reacción autopropagante es viable exceptuando el caso para C_2H_4 donde la molécula se quimisorbe en la monocapa con la vacancia de H en un Ge. Estos resultados apuntan hacia aplicaciones de la monocapa de HSiGeH como un sistema viable para nuevas tecnologías detectoras de gases.

Agradecemos a DGAPA-UNAM proyectos IN105722, IA100822, y Conacyt A1-S-9070, por su apoyo financiero parcial. Los cálculos fueron realizados en el centro de supercomputo DGCTIC-UNAM, proyectos LANCAD-UNAM-DGTIC-051, LANCAD-UNAM-DGTIC-368, y LANCAD-UNAMDGTIC-382. Agradecemos a A. Rodríguez-Guerrero por su apoyo técnico.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005747

11:00-13:00 **Síntesis verde de nanopartículas de Fe_3O_4 y α - Fe_2O_3 con extracto de albahaca (*Ocimum basilicum*)** *Jorge Luis Hernández Pinero (jorge.hernandezpe@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Francisco Solís Pomar (francisco.solispm@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Eduardo Gerardo Pérez Tijerina (eduardo.perez@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Mitchel Abraham Ruiz Robles (mitchel.ruizrb@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Beatriz Italia De La Toba Acevedo (italia.delatoba@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

En este proyecto de investigación se propone una metodología muy sencilla para la síntesis verde de nanopartículas de magnetita (NPs de Fe_3O_4 y α - Fe_2O_3) utilizando extracto de albahaca (*Ocimum basilicum*) como agente reductor y estabilizador. Se realizaron varias síntesis variando la temperatura, la proporción entre precursor y extracto, y el sistema de reacción utilizado. Las NPs de Fe_3O_4 y α - Fe_2O_3 obtenidas fueron caracterizadas en microscopio electrónico de barrido (SEM) y microscopio electrónico de transmisión (TEM); encontrando que en las diferentes síntesis se produjeron NPs de óxido de hierro de varios tamaños y morfologías, recubiertas presumiblemente de carbono.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005839

11:00-13:00 **Adsorción de H_2O en la perovskita CsGeI_3 prístina y dopada con Al y Cu.** *Roxana Mitz-*

yé Del Castillo Vázquez (roxanadelcastillo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Juan Manuel Eugenio Ramírez De Arellano Niño Rincón (jramirezdearellano@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

Se hace un estudio computacional de la adsorción de moléculas de H₂O en la perovskita CsGeI₃ en estado pristino y dopada con átomos metálicos de Al y Cu. Así mismo, se evalúa la posibilidad de la formación de H₂. En particular, el estudio se llevo a cabo mediante cálculos ab-initio, dentro del formalismo de la teoría DFT usando potenciales ultrasuaves, con la paquetería computacional Quantum ESPRESSO, que utiliza expansiones de ondas planas y condiciones de frontera periódicas. El estudio computacional consistió en encontrar geometrías de mínima energía, energías y sitios de adsorción, perfiles energéticos o trayectorias de reacción de los sistemas a estudiar. Se observa que la adsorción es posible y en el rango de la quimisorción. Así mismo, se observa que el sistema con mayor adsorción es la perovskita con una vacancia, mientras el sistema con una menor adsorción será la perovskita dopada con Cu, siendo este último, el mejor candidato para la posible formación de H₂. El estudio de este tipo de fenómenos es de interés por sus posibles aplicaciones ambientales fotocatalíticas y de almacenamiento y producción de H₂ para celdas de hidrógeno y desarrollo de baterías.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005903

11:00-13:00 COMPUTATIONAL STUDY OF THE STRUCTURAL DEFECTS IN MULTIPLY TWINNED METAL CLUSTERS

José Manuel Cabrera Trujillo (mcabrera58@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Juan Martín Montejano Carrizales (jmmc@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

The synergy between atomic arrangements with twinned geometric patterns and crystalline arrangements in an atomic cluster has been and is of great interest in nanophysics and in nanoengineering, for its technological applications in catalysis, for example. There is plenty of theoretical and experimental evidence that twin patterns and fivefold axes of symmetry are persistently present in the structure and morphology of so-called multiply twinned particles (MTPs), even at room temperature. From a theoretical point of view, MTPs come basically from systematic studies of the energetic instability of fcc metals at the nanoscale. The reconstructed particles resulting from these studies that stand out for their stability, both in storage and future operating environments are those with a decahedral or icosahedral structure and non-convex polyhedral shape. In this work, a quantitative characterization of the structural defects of decahedral and icosahedral MTPs of any size that can be reconstructed with Mark or Chui re-

entries is presented and discussed. For this purpose, structural models were generated for the two families of MTPs to which MDS with semi-empirical potentials were applied in order to obtain the most energetically stable structures. Finally, the resulting energetic-structural data were analyzed with the amorphicity index method, recently introduced by us[1]. Surprisingly, our results show that Marks or Chui structures of any size can be characterized with a few well-defined groups of structural sites, where the sites in each group are structurally and energetically equivalent. The results also show well-defined distinctive features between the two families of nanostructures, summarized in a compact way, clearly highlighting their differences and similarities. It is also worth noting the precise definition of structural details typical of this type of structure, such as the twinned planes and the pentagonal symmetry axes.

[1] Amorphicity and structural change

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005915

11:00-13:00 Fabricación de una celda solar a base de TiO₂ sensibilizada con Cu₂O y CdS QDs . Gerardo Antonio Rosas Trejo (grtrejo07@yahoo.com.mx), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO;

Tzarara López Luke (tzarara@umich.mx), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO;

Isaac Zarazúa Macias (isaac.zarazua@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara en Lagos de Moreno;

Hazael Ociel Ramírez Ferreira (1650843c@umich.mx), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO;

*Ma. Del Socorro Aguilar Hernández (shamj21@gmail.com), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Expositor.

El trabajo presenta el estudio fotovoltaico del efecto de las partículas de Cu₂O y puntos cuánticos de CdS sobre la eficiencia de fotoconversión de la celda solar de TiO₂. Las partículas de Cu₂O se sintetizaron por el método de reducción química y las QD de CdS se prepararon mediante el método SILAR. Las curvas JV indicaron que la fotocorriente de la celda solar TiO₂/ZnS fue de 0,04 mA/cm², mientras que la introducción de partículas de Cu₂O en la configuración TiO₂/Cu₂O/ZnS mostró que la celda exhibió una fotocorriente cuarenta veces mayor, de 1.82 mA/cm². Con la introducción de CdS QD en las siguientes configuraciones de celdas solares TiO₂/Cu₂O/CdS/ZnS y TiO₂/CdS/ZnS/Cu₂O, la corriente aumentó a 5.34 mA/cm² y 5,57 mA/cm², respectivamente, siendo tres veces mayor en comparación con TiO₂/Cu₂O/ZnS. Aunque los valores de FF y Voc disminuyeron en las celdas solares de TiO₂ sensibilizadas con Cu₂O y CdS, debido a la introducción de nuevos defectos, la corriente fotogenerada aumentó significativamente. Es-

tos resultados conducen a una mejora en la eficiencia de fotoconversión, $\eta = 0.38\%$ para $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}/\text{CdS}/\text{ZnS}$ y $\eta = 0.65\%$ para $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{ZnS}/\text{Cu}_2\text{O}$ debido a un aumento en el rango de absorción. Las partículas de Cu_2O contribuyen como sensibilizador mejorando el alineamiento de la banda de conducción entre los diferentes materiales.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005927

11:00-13:00 **Análisis de micro y nano partículas de Cu crecidas utilizando arco eléctrico inmerso en agua destilada** Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (*azdlobo@gmail.com*), Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Jesus Hazael Garcia Gallegos (*j_hazael@hotmail.com*), Universidad Tecnológica de San Juan del Río Querétaro; Guadalupe Gomez Espinoza (*g.gomez@uppenjamo.edu.mx*), Universidad Politécnica de Pénjamo;

Miguel Angel Guzman Altamiranos (*miguel.ga@irapuato.tecnm.mx*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato;

*Javier Gustavo Cabal Velarde (*javier.cabal.velarde@gmail.com*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; *Expositor.

Bernabe Rebollo Plata (*brp1965@hotmail.com*), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato;

En este trabajo, presentamos los resultados de microcristales y nanopartículas de Cu crecidas utilizando la técnica de arco eléctrico, inmerso en agua destilada. En las condiciones de trabajo se ha utilizado un intervalo en la variación de corriente que va de 50 a 150 A hasta encontrar un valor adecuado para nuestros propósitos, el valor del voltaje es constante, siendo de 27 V. Estas estructuras de han caracterizado, utilizando las siguientes técnicas: Difracción de rayos X, espectroscopia Raman y espectroscopia Uv-Vis. Estos resultados nos permiten mostrar que con materiales comerciales se pueden sintetizar micro y nanoestructuras de alta calidad y de bajo costo.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006026

11:00-13:00 **Modelo QSAR/QSPR para la predicción de nuevos nano acarreadores de fármacos basados en fullerenos: El caso de la proteína CXCR7 y la doxorubicina.** *Alan Miralrío (*miralrio@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.

Dora Medina (*dora.medina@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey;

Jonathan Robles (*a01754992@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey;

En los últimos años, los nanomateriales han llamado la atención de diferentes comunidades científicas, esto al

brindarles nuevas soluciones. Estas aplicaciones nanotecnológicas han permitido obtener tratamientos que liberan sustancias en sitios específicos de interés, reduciendo la cantidad a suministrar y consecuentemente sus efectos secundarios. Las nanoestructuras que sirven para formar estos sistemas de administración de fármacos se pueden dividir en orgánicas (micelas, liposomas, dendrímeros, etc.) e inorgánicas (nanopartículas de óxidos metálicos, nanopartículas, alótropos de carbono de baja dimensión, etc.). La gran cantidad de cálculos computacionales requeridos para un estudio in silico impone limitaciones que requieren aproximaciones más inteligentes. Los estudios de la relación cuantitativa estructura-propiedad (QSPR) proponen la creación de modelos matemáticos que relacionen propiedades básicas de los fármacos con alguna propiedad objetiva que se desea predecir. La realización de estos modelos QSPR requiere la creación de bases de datos con información de fármacos, como mediciones experimentales o cálculos de química cuántica, en conjunto con la propiedad objetivo. Estos datos se utilizan para el modelado matemático utilizando herramientas de ciencia de datos, tales como: regresión lineal múltiple (RML), redes neuronales, soluciones de inteligencia artificial (IA), entre otras.

En este proyecto, el objetivo es estudiar la proteína CXCR7, relacionada con la membrana y expresada en diversas formas de cáncer, junto con el fármaco doxorubicina. Buscaremos calcular la energía de unión entre la doxorubicina y el sitio activo más favorable en CXCR7, aislado y formando un compuesto con derivados hidrosolubles del fullereno C60 como nanoportador. Finalmente, se obtendrá el modelo QSPR/QSAR para predecir la energía de unión proteína-ligando.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006096

11:00-13:00 **Respuesta óptica no lineal en Borofeno-P8mmn** Jesús Alberto Maytorena Cordova (*jesusm@cnyu.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Ramón Carrillo Bastos (*ramoncarrillo@uabc.edu.mx*), Universidad Autónoma de Baja California;

Víctor Guadalupe Ibarra Sierra (*ibarrasierra@uabc.edu.mx*), Universidad Autónoma de Baja California;

*Juan Carlos Sandoval Santana (*jcass@ens.cnyu.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se estudian las propiedades ópticas no lineales de segundo orden del Borofeno-8Pmmn en la presencia de polarización de valle. A partir de la estructura de bandas de energía y el espectro de transiciones intra- e interbanda, se emplea el formalismo de la matriz de densidad para obtener el tensor de conductividad óptica no lineal correspondiente a diversos fenómenos como la generación de armónicos de segundo orden o de fotocorrientes. Se analizan las características espectrales de la respuesta dinámica en función de los parámetros del sistema y del rompimiento o preserva-

ción de simetrías, y su posible conexión con propiedades topológicas.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006185

11:00-13:00 **Efecto de la temperatura en la síntesis de esferas de carbono a partir de dos precursores diferentes: EPS-reciclado y colofonia por CVD**
Lada Domratcheva-Lvova (lvova@umich.mx), Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
Luis Zamora-Peredo (luiszamora@uv.mx), Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana;
Leandro García-González (leagarcia@uv.mx), Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana;
David Ricardo Poiré-De La Cruz (davidpoire_86@yahoo.com.mx), Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
**Juan Luis Ignacio De La Cruz (cj_luis9845@hotmail.com), Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*
**Expositor.*

El carbono se considera único, diverso y presenta estructuras completamente diferentes entre sí, en términos de formas y propiedades como cristales, grafito, láminas de grafito, nanotubos de carbono y fullerenos. Las macro y microesferas de carbono (CSs) presentan propiedades eléctricas, químicas y mecánicas únicas, las cuales resultan atractivas para ser utilizadas en numerosas aplicaciones como en el revestimiento de electrodos, material de refuerzo en compuestos, material lubricante, etc. No obstante, algunas de estas propiedades son afectadas por diferentes factores como la temperatura, tiempo de reacción o fuente de carbono. El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de la temperatura en la síntesis de CSs a partir de dos fuentes de carbono diferentes: EPS-reciclado y colofonia por la técnica de deposición química de vapor (CVD). La metodología empleada para la producción de las CSs fue por la técnica CVD empleando el EPS-reciclado y colofonia como fuentes de carbono y como gas inerte, argón. La temperatura de reacción fue 800-850°C/30 minutos. Las muestras sintetizadas se analizaron por microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de Energía Dispersa (EDS), espectroscopia Raman y difracción de Rayos X. Los resultados indicaron como único producto de síntesis CSs sólidas para ambos precursores, sin embargo las de EPS-reciclado registraron un diámetro entre 350-3500 nm, mientras que las de colofonia fueron de 490-800 nm. El análisis EDS mostró un alto porcentaje de contenido de carbono para las CSs. Los espectros de Raman mostraron la banda D atribuida a los defectos y la banda G relacionada con el grado de grafitización. La cristalinidad y los planos característicos se obtuvieron por XRD. La tendencia del diámetro de las

CSs del EPS-reciclado y de la colofonia está relacionado por la temperatura, puesto que a pesar de que ambos precursores presentan un punto de pirolisis similar, los valores de crecimiento fueron diferentes.

Óptica - LXV-004435

11:00-13:00 **Resonant Optical Enhanced Transmission wavelengths obtained based on Fisher Information.** *Carlos Raul Sandoval Alvarado (crsa@uaemex.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico;*
Porfirio Rosendo Francisco Domingo (rosendop@uaemex.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico;
Olivo Rojas Hernandez (orojash002@alumno.uaemex.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico;
**Juan Sumaya Martinez (jsm@uaemex.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico;*
**Expositor.*

A novel informational criterion based on the principle of minimum Fisher information [1] is presented in order to locate resonant wavelengths where field enhancement and Enhanced Optical Transmission [2] occur in the interaction of electromagnetic beams with several metallic sub-wavelength hole arrays. A detailed comparison with results obtained using Maxwell equations is done. Nevertheless both theories agree well, we show that the informational method is numerically more efficient and reliable. Finally as far as we know this is the first time that an informational approach is proposed to explain optical resonant phenomena [3].

Óptica - LXV-004531

11:00-13:00 **Imágenes de fondo de ojo de Alto Contraste** *Omar Palillero Sandoval (omar.palillero@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;*
Carlos Rodríguez Doñate (c.rodriguezdonate@ugto.mx), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, Sede Yuriria, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato,;
Pedro Antonio Márquez Aguilar (pmarquez@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;
José Manuel Cubos Ramírez (jose.cubos@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;
Kevin Martínez Franco (kevin.martinez@uaem.edu.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;
**Deyanira Ruiz León (deyanira.ruizlo@uaem.edu.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;*
**Expositor.*

Las imágenes retinianas son hoy en día muy estudiadas para obtener información sobre la presión arterial que sufre una persona, presentamos un sistema óptico basado

en una lámpara de baja coherencia que permite obtener imágenes del fondo de ojo con un alto contraste usando procesamiento óptico; dichas imágenes son procesadas para obtener información que demuestre que una persona presenta tensión alta, posible Diabetes u otra afectación. Además, es un método no contactivo a diferencia de los actuales.

Óptica - LXV-004594

11:00-13:00 **Sensor de gas optoelectrónico para la detección de metano** Javier Manjarrez Mendoza (*jmanjarrez@utsalamanca.edu.mx*), Universidad Tecnológica de Salamanca;

Fernando Salazar Villanueva (*fsalazar@utsalamanca.edu.mx*), Universidad Tecnológica de Salamanca;

Roberto Rojas Laguna (*rlaguna@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca (DICIS) Universidad de Guanajuato;

Julian Moises Estudillo Ayala (*julian@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca (DICIS) Universidad de Guanajuato;

Daniel Jauregui Vázquez (*jaureguid@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca (DICIS) Universidad de Guanajuato;

Juan Manuel Sierra Hernández (*jm.sierrahernandez@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca (DICIS) Universidad de Guanajuato;

Eloisa Gallegos Arellano (*egallegos@utsalamanca.edu.mx*), Universidad Tecnológica de Salamanca;

*Daniel Alejandro Ramos González (*da.ramos.gonzalez@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca (DICIS) Universidad de Guanajuato; *Expositor.

El estudio sobre la viabilidad de un sensor de gas para la detección del gas metano (CH_4) basado en una oblea de silicio como un filtro modulador óptico tipo Fabry-Perot es presentado en este trabajo. El estudio está basado en la técnica no dispersiva y en el principio de la correlación espectroscópica. En esta configuración experimental, el interferómetro Fabry-Perot es implementado usando una oblea de silicio con un espesor de 150 μm , dicho valor fue encontrado mediante simulaciones tomando en cuenta los picos de absorción del CH_4 que proporciona la base de datos HITRAN. De igual forma, la simulación fue usada para encontrar el rango óptimo del ángulo incidente que permite llevar a cabo la operación de correlación y de esta manera hacerlo girar para cambiar el patrón de franjas de transmisión espectral, induciendo a la modulación, así mismo se ilumina con un haz colimado y se coloca justo enfrente de un detector piroeléctrico. Finalmente se presentan los resultados simulados del comportamiento del sensor que muestran que este tipo de configuración donde se utiliza una oblea de silicio es viable y puede ser implementada como un FPI y usada en un sensor de gas para detectar CH_4 .

Óptica - LXV-004648

11:00-13:00 **Estudio de primeros principios para calcular las bandas de energía y la conductividad óptica de una monocapa de difosforo de molibdeno MoP2 cuando interacciona con Oxido de Carbono**

Luis Fernando Magaña Solís (*fernando@fisica.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

Osiris Salas Torres (*osalast@ipn.mx*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - Instituto Politécnico Nacional;

*Eric Raymundo Garcés García (*raygarces85@hotmail.com*), Tecnológico Nacional de México-Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca; *Expositor.

Utilizando el código de Quantum Espresso, con la aproximación GGA y GGA modificado para interacciones Van der Waals junto con DFT, se realizó un estudio de primeros principios para calcular las bandas de energía y conductividad óptica de una monocapa de Difosforo de Molibdeno (MoP2) cuando interacciona con Oxido de Carbono (CO). Como primer paso, se encuentra la estructura de mínima energía de la interacción entre la monocapa de MoP2 y CO. Posteriormente, se calculan las bandas de energía, las funciones dieléctricas y la conductividad óptica para este nuevo sistema. La estructura de bandas del MoP2 2D pristino revela un material metálico. Con la adsorción de la molécula de monóxido de carbono, hubo cambios en la estructura de la banda de energía, se observa que solo una banda apenas toca el nivel de Fermi desde abajo en algunos lugares. El material casi se convierte en un semiconductor, pero sigue siendo un metal.

Para la conductividad óptica en el sistema MoP2-CO se observa que existen dos picos bien definidos, encontramos que la conductividad máxima se observa a 4.7 eV, ubicado en la región de la luz ultravioleta con un valor de $8.11 \times 10^{15}/\text{s}$.

Óptica - LXV-004665

11:00-13:00 **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RIGIDEZ ENTRE BLOQUES DE ANTRACITA-ARENA SÍLICE Y BLOQUES DE MORTE-RO QUE HAN SIDO SOMETIDOS A UNA FUERZA DE RUPTURA, MEDIANTE TÉCNICAS ACÚSTICAS Y DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES**

José Vega Cabrera (*jose.vega.cabrera@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Gabriel Arroyo Correa (*garroyo@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Itzel Luviano Soto (*itzel.luviano@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Eleasar Villa Villa (*1422702c@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

**Yajaira Concha Sánchez (yajaira.concha@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

La técnica del impacto acústico (IA), es un método no invasivo ampliamente usado en la industria frutícola para caracterizar el grado de firmeza de frutos. En la técnica IA el objeto bajo estudio es impactado por un objeto sólido pequeño, aunque también se puede usar un martillo de impacto. El impacto sobre el objeto produce vibraciones en el rango audible que son captadas por sensores de sonido colocados cerca de la superficie del objeto. Por otro lado, en el campo de la ingeniería civil se emplean técnicas destructivas y no destructivas para caracterizar las propiedades mecánicas de los materiales. La disponibilidad y capacidades que últimamente se tiene en las cámaras digitales, permite el registro de imágenes para estudiar procesos físicos, biológicos y químicos. Por ejemplo, se puede monitorear el patrón de luz reflejado por la superficie de un objeto antes y después de ser sometido a un esfuerzo mecánico determinado; la diferencia entre las imágenes, usando técnicas básicas de procesamiento de imágenes, permite en principio cuantificar la deformación que experimenta el objeto bajo estudio. En este trabajo estudiamos experimentalmente la rigidez de bloques de antracita-arena sílice (proporción 1:1) y de bloques de mortero (proporción 1:1), preparados de acuerdo a la normativa existente ACI los cuales han sido sometidos a una presión fuerza de compresión hasta el punto de ruptura empleando una prensa hidráulica. Se usan la técnica IA y el procesamiento de imágenes obtenidas de los patrones de luz reflejada por los bloques. Los bloques son analizados primeramente sin presión sobre ellos y después cuando son sometidos a una presión baja y a la presión de ruptura del material. Los parámetros medidos de manera no destructiva muestran que la aplicación de las técnicas utilizadas permite identificar características propias de la de la rigidez y del estado de esfuerzo mecánico al que son sometidos los bloques.

Óptica - LXV-004741

11:00-13:00 **Estudio teórico de los solitones ópticos espaciales** *Marcela Maribel Mendez Otero (motero@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Emma Vianey García Ramírez (evgarcia@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Leslie Mariana Jimenez Schulz (201961426@viiep.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los solitones son entidades ondulatorias localizadas que pueden propagarse en medios no lineales manteniendo una forma constante. Ellos se presentan en diversas ramas de la física como

hidrodinámica, física del plasma, óptica no lineal y Bose-Einstein condensa. En óptica, un haz tiene una tendencia natural a expandirse a medida que se propaga en un

medio, ya sea debido a la dispersión cromática o como resultado de la difracción espacial. Cuando este ensanchamiento natural se elimina a través de un proceso no lineal, se forma un paquete de ondas autolocalizado estable. Este paquete de ondas autoatrapadas, ya sea en el tiempo, en el espacio o en ambos, se conoce como solitón óptico. Los solitones espaciales ópticos son haces ópticos autoatrapados que se propagan en un medio no lineal sin difracción, es decir, el diámetro de su haz permanece invariable durante la propagación [1].

En este trabajo se realiza un estudio teórico sobre la generación de solitones ópticos espaciales partiendo de la ecuación no lineal de Schrödinger y analizando sus soluciones, para obtener soluciones analíticas tipo solitón oscuro y solitón brillante.

[1] Zhigang Chen et al 2012 Rep. Prog. Phys. 75 086401

Óptica - LXV-004776

11:00-13:00 **INTERFERENCIA EXPERIMENTAL DE 2 A 4 HACES TIPO BESSEL.** *Luis Manuel Arévalo Aguilar (larevalo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Maximino Luis Arroyo Carrasco (marroyo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Emma Vianey García Ramírez (evgarcia@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Marcela Maribel Méndez Otero (motero@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Anahi Matamoros Hernández (anahimatamoros17@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

La generación de haces ópticos adifraccionales ha sido ampliamente estudiada, debido a sus posibles aplicaciones en diferentes áreas como física medica, generación de armónicos, generación raman y microscopía entre otras. Uno de estos haces es el haz Bessel, donde la principal aplicación es la de pinzas ópticas. Una propiedad interesante de estos haces es la superposición de haces tipo Bessel [1], del cual se obtienen diversos tipos de distribuciones de campos ópticos, por tal motivo, en este trabajo se presentan imágenes de la superposición de 2 a 4 haces tipo Bessel. Estos patrones de interferencia son obtenidos colocando a los haces Bessel en diferentes posiciones antes de superponerse, obteniendo así diversas distribuciones de intensidad, las cuales son analizadas.

[1] S. Chávez-Cerda, E. Tepichin, M. A. Meneses-Nava and G. Ramirez, "Experimental observation of interfering Bessel beams", Optics Express 3, 524-529 (1998.)

Óptica - LXV-004856

11:00-13:00 **Solitones temporales como solución a la ecuación no lineal de Schrodinger y sus aplicaciones en la óptica** *Daniel Espinobarro Velaz-*

quez (despinobarro@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua;

Jesús Alberto Soto Chavarría (a329651@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua;

*Juan Antonio Luna Gutiérrez (juanluna1500@gmail.com), Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

Los solitones son ondas cuya propiedad principal es el poder desplazarse a grandes distancias sin sufrir deformaciones, teniendo aplicaciones en las comunicaciones.

En este trabajo se analiza la propagación de un solitón temporal cuyo movimiento se describe por la ecuación no lineal de Schrodinger (NLS) bajo el potencial cúbico de Kerr, misma que se resuelve de manera numérica por el método split-step Fourier method (BSP). Para ello se analiza bajo qué circunstancias se forma un solitón tomando en cuenta los parámetros SPM (modulación de fase propia) y GVD (velocidad de dispersión del grupo). Además, se estudia cómo interactúan los solitones entre sí.

Adicionalmente, se realiza una simulación utilizando Optisystem en donde se genera un solitón en una fibra óptica y se estudia los parámetros que afectan la dispersión y deformación de la onda (GVD, SPM).

Finalmente, se analiza qué efectos tiene la presencia de los solitones en las comunicaciones.

Óptica - LXV-004877

11:00-13:00 Estudio sobre astigmatismo corneal: tipos, características y posibles correcciones. *José Jorge Maldonado Camacho (jorge.maldonado.buap@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

María Del Rosario Pastrana Sánchez (rpastrana78@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

El sistema óptico del ojo humano está compuesto principalmente de las siguientes partes: córnea, humor acuoso, pupila, cristalino, humor vítreo y retina. Una de las enfermedades que padece el ojo, es el astigmatismo, el cual se presenta cuando las superficies refractivas (córnea o cristalino) presentan diferente curvatura en diferentes meridianos, de manera que los rayos emitidos por un punto objeto no sufren la misma desviación en todos los meridianos, dando como resultado dos líneas focales separadas, en lugar de un sólo punto focal, lo que conduce a observar imágenes borrosas. Existen diferentes factores que producen astigmatismo [1], algunos son de tipo hereditario, otros son debidos a daños causados en la córnea, etc. Cuando la córnea es la superficie afectada se llama astigmatismo corneal y cuando el cristalino es el responsable se conoce como astigmatismo lenticular. Se ha encontrado que el astigmatismo corneal es más común que el astigmatismo lenticular, en un 75% [2]. Dada la frecuencia con la que se presenta el astigmatismo corneal, en este trabajo se describe el astigmatismo con la regla, contra la regla y el

oblicuo. Así como también se presentan algunas técnicas para detectarlo y posibles correcciones del mismo.

[1] Puell Marín, M. C. (2006). Óptica Fisiológica: el sistema óptico del ojo y la visión binocular, Ed. Complutense.

[2] Malacara, D. (2015). Óptica básica. Fondo de cultura económica.

Óptica - LXV-004965

11:00-13:00 Fabricación de acopladores e interferómetros de fibra óptica por el método de adelgazamiento por flama *Cielo Mayerly Quiroga Gonzalez (cielogg@gmail.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Alejandro Montenegro Orenday (alexandro_gto@hotmail.com), CICESE;

Daniel Jáuregui Vázquez (jaureguid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Juan Carlos Hernández García (jchernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Juan Manuel Sierra Hernández (jm.sierrahernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Roberto Rojas Laguna (rlaguna@ugto.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.;

Julián Moisés Estudillo Ayala (julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Fabricación de acopladores e interferómetros de fibra óptica por el método de adelgazamiento por flama

En este trabajo se presenta el método de fabricación de acopladores e interferómetros con fibra convencional SMF-28, con la máquina estrechadora de fibra óptica por el método de inducción de calor por flama, este equipo sirve para fabricar fibra adelgazada o tapers hasta diámetros de 1micra. La fibra óptica adelgazada permite la interacción de la onda evanescente de la fibra con perturbaciones externas, si tenemos una fibra en la cual se esté propagando una luz entrelazada con una fibra (que en la entrada de esta fibra no se propague nada) igualmente estrechada, existirá un acoplamiento de la onda evanescente a esta fibra y de esta forma podremos obtener acopladores.

Se basa en preparar dos cortes de fibra óptica de aproximadamente 1 metro cada uno, en la parte central de cada uno de los cortes de fibra se retira el revestimiento plástico, se coloca cinta aislante de diferente color en cada extremo de los cortes de fibra para identificar la entrada y la salida, seguido se unen las dos fibras entrelazándolas. El número de vueltas varía, iniciando de 0 hasta 13 vueltas, se fabricaron distintas muestras con diferente número de vueltas con la finalidad de controlar el porcentaje acoplamiento de luz que salía en cada uno de los brazos de los acopladores fabricados, esto era observable con ayuda del analizador de espectro óptico una vez terminada la fabricación. Los parámetros introducidos a la estrechadora para la fabricación de los tapers fueron de 20µm de diámetro cuello y 3mm amplitud inicial oscilación quemador,

con una mezcla de gases butano y oxígeno de 1700 y 600 respectivamente.

Finalmente se procede a colocar la fibra sobre la máquina estrechadora y finalizado el proceso con los parámetros establecidos con anterioridad se obtiene un acoplador de fibra fabricado con fibras adelgazadas por el método de fusión y estirado con flama.

Óptica - LXV-004991

11:00-13:00 Ley de Snell para metasuperficies

Iván Moreno Hernández (imorenoh@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Cosmy Polet Castañeda Almanza (cosmycastaneda@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

En este trabajo, deducimos la ley de Snell 3D para metasuperficies con perfil de fase 2D arbitrario, la derivación se realiza desde un enfoque geométrico y como resultado obtenemos las ecuaciones para calcular la dirección de los rayos refractados y reflejados por una metasuperficie sobre la cual inciden rayos con direcciones arbitrarias.

Óptica - LXV-005022

11:00-13:00 Momento angular de la luz y correlación espacial de fotones convertidos descendentemente

**Gerardo Jimenez Trejo (gjimenezt1800@alumno.ipn.mx), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas; *Expositor.*

Sara Guadalupe Cruz Y Cruz (sgcruz@ipn.mx), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas;

La conversión espontánea paramétrica descendente, es una de las formas más eficientes de producir fotones individuales. Por ello, este trabajo se dedicará al estudio de la correlación espacial entre ellos, considerando haces de luz paraxiales con momento angular orbital (MOA) bien definido como haz de bombeo. Mediante el uso superposiciones de modos Laguerre-Gaussianos, se calculará la función de amplitud conjunta de primer orden para determinar las coincidencias espaciales de pares de fotones teóricos emitidos. Se presentan algunas distribuciones de coincidencias en el dominio del espacio de momentos. Además, se mostrará el diseño de rejillas de difracción con discontinuidades radiales con el fin de obtener emisión de haces con momento angular bien definido, como un preámbulo para la implementación del proyecto en la practica.

Óptica - LXV-005084

11:00-13:00 Sensor de humedad relativa basado en el efecto de interferencia multimodal utilizando fibra sin núcleo adelgazada cubierta con alcohol polivinílico *Arturo Alberto Castillo Guzmán (acastillo@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Abraham Alejandro Quiñones Flores (abraham.quinonesfl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

La fibra óptica tiene propiedades intrínsecas que le dan ventajas sobre otras tecnologías para la elaboración de sensores. Estas propiedades incluyen la inmunidad a interferencia electromagnética y la compactibilidad, entre otras. Además de las propiedades intrínsecas de las fibras ópticas, se han desarrollado dispositivos a base de fibra óptica como los adelgazamientos de fibra óptica o tapers, y los dispositivos de fibra óptica a base de interferencia multimodal. Estos dos dispositivos de fibra óptica se han utilizado para incrementar la sensibilidad y ampliar la cantidad de variables que se puedan sensar con fibras ópticas.

Los sensores de fibra óptica a base de interferencia multimodal y aquellos a base de tapers son un campo de investigación con avances constantes, además de nuevas propuestas que han sido de interés ya que han logrado formar dispositivos de sensado con alta sensibilidad a pesar de ser extremadamente compactos y con estructura relativamente sencilla.

En este estudio se presenta un sensor de fibra óptica basado en interferencia multimodal para el sensado de humedad relativa que implementa una fibra óptica especial conocida como no core fiber, la cual se adelgazará y se cubrirá con alcohol polivinil. La fibra óptica especial adelgazada se implementa con el propósito de aumentar la sensibilidad manteniendo al sensor compacto y con buena relación costo-beneficio.

Para lograr el propósito del proyecto, se desarrolló un método para la elaboración de dispositivos de fibra óptica a base de interferencia multimodal que permite hacer tales dispositivos a la medida que se desee. Posteriormente, se desarrolló un método para la elaboración de tapers que permita hacerlos a la medida sobre los dispositivos de interferencia multimodal. Estos dos métodos permiten la elaboración de sensores de humedad relativa que pueden ser colocados en un circuito óptico para después estudiar su sensibilidad.

Óptica - LXV-005086

11:00-13:00 Caracterización de metaespejos mediante simulación FDTD. *Iván Moreno (imorenoh@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia de la Universidad Autónoma de Zacatecas;*

José Carlos Basilio Ortiz (jc_atlet_3000@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Edgar Dávila Arévalo (efisicazac@gmail.com), Universidad Tecnológica del estado de Zacatecas; *Expositor.

En la actualidad, se ha cobrado gran interés en la miniaturización en todos los elementos optoelectrónicos, es por eso que alrededor del mundo, muchos grupos de investigación están trabajando en caracterizar y desarrollar metales, por sus múltiples aplicaciones; es por ello que en la siguiente investigación, trabajamos en caracterizar distintos metaespejos, en donde tomamos en cuenta la configuración geométrica y los materiales de sus nanoelementos; se trabajó con el método de las Diferencias Finitas en el Dominio del Tiempo (FDTD) obteniendo resultados muy buenos e interesantes que podrían ayudar al desarrollo de futura tecnología.

Óptica - LXV-005093

11:00-13:00 **Metales plasmónicas para la generación de haces Airy** *Citlalli Teresa Sosa Sánchez (csosa@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada, B.C., Unidad Monterrey; *Expositor.

Ricardo Téllez Limón (rtellez@cicese.mx), CONACYT - Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada, B.C., Unidad Monterrey;

Los haces de Airy se propusieron por primera vez como soluciones a la ecuación paraxial de Helmholtz en el año 2007. Estas soluciones fueron propuestas teóricamente por Berry y Balazs en la mecánica cuántica desde 1979, siendo interesantes por su comportamiento "acelerado". En los últimos años se ha logrado la estructuración de haces Airy mediante metasuperficies plasmónicas, dispositivos que permiten enfocar la luz en regiones espaciales reducidas, como las denominadas metales cuyo funcionamiento se basa en la interferencia constructiva ocasionada por esparcidores de luz de escala nanométrica colocados en una superficie metálica. En la literatura se ha propuesto la generación de haces Airy mediante complejos arreglos de nanocavidades o nanovarillas, incluso con la excitación de plasmones polaritones de superficie mediante luz previamente estructurada. En este trabajo se presentan diseños minimalistas de nanorendijas realizadas en un metamaterial hiperbólico para la generación de un haz de Airy. Se presenta la caracterización numérica de estas metales, simulaciones que se han realizado empleando el método de la ecuación integral, el cual es un método riguroso que resuelve las ecuaciones de Maxwell sustituyendo el perfil de la metalente por una colección de fuentes puntuales derivadas de la interacción entre las rendijas y el haz Gaussiano incidente sobre la metalente. Se muestra la generación del haz de Airy con diversos arreglos de nanorendijas para diferentes longitudes de onda y se muestra la propiedad de autoreconstrucción. Además, se muestra la modificación de la curvatura del haz manipulando el orden de las nanorendijas. Las características únicas del

haz de Airy: su propagación a través de trayectorias aceleradas aún en ausencia de un potencial externo y su autoreconstrucción, los hacen candidatos para ser utilizados en el enrutamiento de energía sobre una interfaz metálica entre dispositivos plasmónicos ligeros de dimensiones micrométricas.

Óptica - LXV-005138

11:00-13:00 **Sensor de desplazamiento de fibra óptica basado en una película de polímero.** Roberto Rojas Laguna (rrolaguna@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Julián Moisés Estudillo Ayala (julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Juan Manuel Sierra Hernández (jm.sierrahernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Daniel Jáuregui Vázquez (jaureguid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

*Enrique De La Cruz Mendoza (e.delacruzmendoza@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Se presenta un sensor de micro desplazamiento, basado en un interferómetro Fabry-Perot extrínseco, formado por la interacción entre una película de polímero delgada Mylar y un conector de fibra FC/PC. El espectro de interferencia producido por el interferómetro presenta una visibilidad alrededor de 15 dB y un rango espectral libre de 12 nm. Al determinar los cambios de potencia óptica en determinadas longitudes de onda, fue posible detectar cambios de desplazamiento. Los resultados experimentales muestran que la sensibilidad es de 0.445 dBm/ μm en el rango de desplazamiento de 0 a 4.5 μm . El sensor exhibe una buena respuesta lineal con un R cuadrado de 0.98. Finalmente, esta configuración ofrece compacidad y un bajo costo de implementación.

La configuración propuesta como sensor de desplazamiento consiste en una fuente de amplio espectro, la cual se compone de un diodo láser de bombeo de 980nm (QFBGLD-980-500) conectado a un multiplexor por división de longitud de onda 980/1550 (WDM, wavelength division multiplexor) que está unido a una fibra dopada con erbio (M5-980-125, Thorlabs). El amplio espectro generado llega a un circulador óptico que tiene un conector FC/PC al final del puerto 2. El conector FC/PC se fijó sobre una base de traslación XYZ y se colocó de forma perpendicular contra la película de polímero, aquí el polímero se mantuvo fijo y el conector FC/PC se movió hacia este en incrementos de 0.25 μm . Por último, el espectro de reflexión, obtenido del puerto 3 del circulador óptico, se observa mediante un analizador de espectros ópticos (Yokogawa, AQ6370B).

Óptica - LXV-005195

11:00-13:00 Mecanismo de luminiscencia en PM-MA dopado con Eu3+ y Gd3+ *Luis Octavio Meza Espinoza (omeza@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Zorayda Lazcano Ortiz (zlazcano@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Anahi Rivera (arivera@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

La luminiscencia de los compuestos de tierras raras (TR) es ampliamente estudiada debido a sus interesantes características espectrales y aplicaciones significativas. Los polímeros dopados con TR exhiben, además de propiedades ópticas como estrecha línea de emisión, tiempos de vida largos, etc. [S. Panda, 2020], muchas otras propiedades como: alta transparencia, alta resistencia al impacto, posibilidad de termofusión, entre otras. [Sosa et al, 2003]. Un polímero que cuenta con todas estas características es el polimetilmetacrilato (PMMA) y debido a ello es una matriz apropiada para el desarrollo de materiales altamente luminiscentes [Tucureanu et al, 2014]. Por otro lado, el europio (Eu3+) y el gadolinio (Gd3+) se utilizan ampliamente como iones efectivos para la emisión de luz roja debido a la pureza de su color [Villabona, 2017].

En este trabajo sintetizamos con éxito PMMA:Eu3+:Gd3+ mediante polimerización por radicales libres, variando la concentración de Eu3+ de 0.1 % hasta 6% en mol y dejando fija la concentración de Gd3+ en 1% mol. Para estudiar el mecanismo de luminiscencia obtuvimos los espectros de excitación y emisión, en los cuales se observan las bandas ópticas relacionadas con Eu3+. Las intensidades de emisión para PMMA:Eu3+:Gd3+ con diferentes concentraciones de Eu3+ bajo excitación de 395 nm se analizaron mediante un modelo de ecuaciones de razón, con enfoques macroscópico y microscópico, para estudiar la interacción entre los iones Eu3+. El modelo de ecuaciones de razón considera que dicha interacción es impulsada por la migración de energía directa (Eu3+ → Eu3+). La solución exacta de estos modelos concuerda con los resultados experimentales y se reportan la tasa de transferencia de energía correspondiente, la distancia de Förster y la constante de relajación radiativa y no radiativa.

Óptica - LXV-005321

11:00-13:00 Efectos de polarización en un pantalla de cristal líquido *Alejandro Cornejo Rodríguez (acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

Elizabeth Percino Zacarías (epercino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Fermín Salomón Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Reyna Cornelio De Jesús (reyna.cornelio@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

En este trabajo se presentan los resultados de la caracterización de una pantalla de cristal líquido (LCD). En particular se revisará, su comportamiento cuando se proyectan distintos niveles de grises en un modulador de luz espacial (SLM XGA2 marca CRL OPTO), y cómo estos cambios son equivalentes a un elemento retardador de fase. Se comparan los resultados con el comportamiento de una placa retardadora. Lo anterior con la finalidad de tener una referencia para analizar los efectos de polarización al usar una bolsa de plástico, cuando está sujeta a una tensión mecánica.

Óptica - LXV-005367

11:00-13:00 MODELO NUMÉRICO DE UN SENSOR ÓPTICO MEDIANTE LA RESONANCIA DE LOS PLASMONES DE SUPERFICIE EN UNA FIBRA ÓPTICA *Héctor Pérez Aguilar (hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*

Sergio Sánchez López (sergiosanz125@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

**Eric Didier Galván Navarro (e.d.g.n.19@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se presenta un estudio numérico de la resonancia del plasmón superficial en una fibra óptica a una longitud de onda específica variando los ángulos de incidencia y el medio que será sensado. La configuración simplificada consiste en la representación del corte longitudinal de la fibra óptica recubierta de una capa de plata. El método numérico utilizado se conoce como el Método de la Ecuación Integral. Los resultados representados por la luz transmitida muestran un mínimo local característico que corresponde al ángulo de excitación del Plasmón Polaritón Superficial para cada uno de los medios en los cuales está contenido el sistema, teniendo así una representación numérica de un sensor de fibra óptica. Estos sensores tienen aplicaciones en diversas ramas de la investigación como en medicina, biología, etc.; debido a que es posible tener una medición en tiempo real de la temperatura, el índice de refracción, entre otros.

Óptica - LXV-005394

11:00-13:00 Análisis de la polarización de la luz en un compuesto termocrómico en estado líquido *Edgar Samuel Pola López (polaedsamuel@gmail.com), Universidad Politécnica de Chiapas;*

Rafael Mota Grajales (rafael.mg@tuxtla.tecnm.mx), Tecnológico Nacional de México Campus Tuxtla Gutiérrez;

Carlos Alberto Hernández Gutiérrez (postgraduatecahg@gmail.com), CINVESTAV;

Rubén Grajales Coutiño (rubngc@hotmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Jorge Luis Camas Anzueto (jcamas@ittg.edu.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

*Ariel Fong González (fonga9692@gmail.com), Tecnológico Nacional de México Campus Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.

En este trabajo se propone el estudio de la polarización de la luz en un compuesto químico basado en un material cromógeno el cual varía sus propiedades ópticas en función de los cambios de temperatura a los que se someta. Para los análisis se realizan tres muestras del compuesto con diferentes cantidades del material cromógeno, el análisis de estas muestras se lleva a cabo en su estado líquido con variaciones de temperatura desde los 30 a los 60° C.

Para el análisis de las muestras se utiliza un controlador de temperatura, un diodo con longitud de onda de 405 nm, dos películas linealmente polarizadoras en el espectro visible y un medidor de potencia PM320 de Thorlabs.

Se busca analizar los resultados a partir de la transmisión de potencia a la salida del arreglo experimental.

Óptica - LXV-005468

11:00-13:00 **Laser de fibra dopada con erbio con una punta de fibra recubierta de aluminio como espejo en cavidad lineal** Roberto Rojas Laguna (rrojas@ugto.mx), Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca;

Julián Moisés Estudillo Ayala (julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca;

Juan Carlos Hernández García (jchernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca;

José Roberto Reyes Ayona (jr.reyes@ugto.mx), Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca;

Daniel Jáuregui Vázquez (jaureguid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca;

Juan Manuel Sierra Hernández (jm.sierrahernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca;

Mahrokh Avazpour (mahrokh.avazpour@gmail.com), Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, Escuela de Sistemas Biológicos e Innovación Tecnológica;

*Daniel Torres González (d.torres.gonzalez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca; *Expositor.

Los láseres de fibra óptica dopada con erbio han sido estudiados en las últimas décadas mediante cavidades con diversas configuraciones, ya sea lineales, en anillo o figura 8. Mientras los arreglos en anillo y figura 8 se construyen a partir de un único o dos lazos, respectivamente, la

cavidad lineal se ha construido con espejos de fibra tales como las rejillas de Bragg y sus variantes, interferómetros Fabry-Perot, lazos de fibra óptica y espejos de bulto. Sin embargo, el recubrimiento de puntas de fibra con metales altamente reflejantes que operen como espejos, eliminando la necesidad de alineación y reduciendo las pérdidas de inserción comparadas con otros elementos ha sido poco exploradas en configuraciones lineales. En este trabajo se presenta la operación de un láser todo de fibra óptica en configuración lineal que utiliza como espejos de cavidad una rejilla de Bragg centrada en 1549.48 nm y una punta de fibra recubierta de aluminio, la cual fue fabricada a partir de la técnica de deposición física de vapores. Los resultados muestran un reducido ancho espectral de la emisión láser debido a la naturaleza del elemento de sintonización y una excelente estabilidad en potencia y longitud de onda con bajas fluctuaciones. Asimismo, el uso de la punta recubierta de aluminio beneficia la potencia de salida y relación señal a ruido gracias a la mayor conversión de energía en el medio activo de alta ganancia, convirtiendo dicho dispositivo en un elemento compacto, robusto y viable en la construcción de láseres de fibra óptica lineales.

Este proyecto ha sido apoyado parcialmente por la Universidad de Guanajuato a través del proyecto 205/2022, Convocatoria Institucional de Investigación Científica (CIIC-2022), y por el CONACyT a través del proyecto CB-A1-S-33363.

Óptica - LXV-005536

11:00-13:00 **Caracterización experimental de un espejo deformable y un sensor de frente de onda tipo Shack-Hartmann.** G. Beltrán-Pérez (georgina.beltranperez@viep.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

S. Muñoz-Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

J. Castillo Mixcóatl (juan.castillo@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*A. H. Guerra-Vega (alejandrohans.guerravega@viep.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Expositor.

Cuando se quiere observar cuerpos celestes, estos parecen temblar dentro del objetivo del telescopio. Esto se debe, a que la luz procedente del objeto que se observa a través del telescopio viaja desde el objeto hasta nuestro telescopio en la Tierra y atraviesa la atmósfera, encontrando así la llamada turbulencia atmosférica. Una solución práctica a este problema aparece a través de la llamada óptica adaptativa, que es capaz de compensar los efectos de la turbulencia presente en la atmósfera. En este trabajo recurrimos a un sensor de frente de onda tipo Shack-Hartmann y a un espejo deformable para la rectificación. Por ello, se busca caracterizar el perfil de la superficie de un espejo deformable como función de los voltajes aplicados a los actua-

dores que componen dicho espejo. Para esto se emplearon un sistema interferométrico (interferómetro de Michelson) y un sensor de frente de onda tipo Shack-Hartmann. En el primer caso, el perfil del espejo deformable se obtiene mediante un interferograma y es necesaria la extracción de fase, de este patrón. Para esto, se utilizó el llamado método de Takeda. En el segundo caso, el sensor de Shack-Hartmann evalúa directamente las pendientes del frente de onda bajo medición. Se presentan las medidas del desplazamiento provocado por los actuadores en función del voltaje aplicado a dicho actuador. También se presentan ajustes Gaussianos a los perfiles encontrados en los actuadores. Se comparan dichos resultados experimentales con simulaciones que se han realizado previamente en el grupo de trabajo. Las mediciones se evaluaron con cambios en la deformación del espejo deformable con incrementos de 50 nm hasta un máximo de 350 nm.

Óptica - LXV-005563

11:00-13:00 Simulación de la difracción de campo cercano o de Fresnel Juan Carlos Ibarra Torres (*carlos.ibarra@cucei.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

Mario Pérez Cortés (*mperez.cortes@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán;

Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mauricio.ortiz@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva (*yeponc@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Flor Anahí Cerna Aguilar (*1023834a@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

La difracción es un fenómeno que se presenta cuando un haz de luz pasa a través de una ranura u obstáculo que impide el libre paso de ésta. Este fenómeno produce, en una pantalla distante, un patrón de luz formado por zonas brillantes y oscuras, que además es característico de la ranura u obstáculo que lo produce, proporcionando información de la forma y tamaño de ésta. La distancia entre la ranura (u obstáculo) y la pantalla de observación puede ser desde algunos centímetros, produciendo la difracción de campo cercano o también llamada difracción de Fresnel, o incluso del orden de kilómetros llamada difracción de campo lejano o de Fraunhofer. Las aplicaciones de la difracción son variadas e importantes y se encuentran en la industria, entretenimiento, etc. En este trabajo presentamos la simulación de la difracción de campo cercano o de Fresnel. Usando el software Matlab se realizó un código que permite visualizar el patrón de difracción de un objeto que puede ser creado mediante su función de transmitancia o mediante una fotografía o dibujo. Para que el código pueda calcular el patrón de difracción se utiliza la teoría de Fourier. Se emplea la transformada de Fourier extendida (XFT) para obtener resultados satisfactorios. Además se

creó una interfaz gráfica para que cualquier usuario pueda manipularla y de esta manera entender la difracción, por lo que también se puede emplear como una herramienta didáctica.

Óptica - LXV-005569

11:00-13:00 Modelación de un sistema de óptica adaptativa Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Georgina Beltrán Pérez (*gbeltran@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Juan Castillo Mixcóatl (*juan.castillo@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Faustino Moisés Amador García (*moises.fcfm@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La óptica Adaptativa es una técnica que permite mejorar la calidad de un sistema óptico reduciendo en tiempo real las perturbaciones sobre un frente de onda. Este tipo de sistemas estiman muy rápidamente la deformación del frente de onda y lo corrigen mediante el uso de elementos ópticos, por lo general espejos deformables, la mayoría de los sistemas de óptica adaptativa funcionan de un modo parecido, su funcionamiento se basa en tres principales componentes:

1. Corrector de frente de onda: compensa las aberraciones medidas generando una forma superficial que es idealmente conjugada al perfil de aberración.
2. Sistema de control computacional: convierte la salida natural del sensor de frente de onda en órdenes de voltaje que son enviadas al corrector de frente de onda.
3. Sensor de frente de onda: mide las aberraciones ópticas en el plano de salida

A lo largo de este trabajo se han desarrollado programas que modelan la respuesta de un sensor de Shack-Hartmann, la superficie de un espejo deformable y un control de tipo PID. Este trabajo modela los tres componentes principales del sistema de óptica adaptativa mencionados con anterioridad. El desarrollo del programa para el modelado de la superficie de un espejo deformable fue mediante las funciones de influencia de los actuadores en este tipo de espejos, así como programas para representar los frentes de onda mediante los polinomios de Zernike y la solución numérica de la ecuación diferencial que describe el comportamiento temporal de un sistema de óptica adaptativa. Por otro lado, el modelo del sensor de Shack-Hartmann fue mediante el uso de la óptica de Fourier y la teoría escalar de la difracción.

El uso de la Óptica de Fourier ha permitido tener resultados realistas del desempeño de estos sistemas. El modelo de este sistema de óptica adaptativa logra corregir frentes de onda arbitrarios, de igual manera se pueden reconstruir dichos frentes de onda con muy poca diferencia con respecto del frente de onda original

11:00-13:00 **Aplicación para la generación matemática de luz polarizada usando polarizadores y retardadores** Mario Pérez Cortés (*mperez.cortes@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mauricio.ortiz@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva (*yeponc@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Patricia Manríquez Zavala (*patricia.manriquez@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *León René Hinojosa Hierro (*1026532h@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

La polarización es una característica de las ondas electromagnéticas que se basa en la selección de la vibración de su campo eléctrico. La luz natural o no polarizada se polariza debido a alguno de los mecanismos físicos tales como el esparcimiento, la reflexión, el dicroísmo y/o mediante la birrefringencia de algunos materiales. En particular, el dicroísmo es utilizado por dispositivos conocidos como polarizadores en los que el campo eléctrico de un haz de luz es absorbido si no es paralelo al eje de transmisión del polarizador. La birrefringencia o doble refracción es utilizada en los dispositivos conocidos como retardadores. Estos dispositivos pueden ser representados matemáticamente por arreglos matriciales de 4x4 elementos conocidos como matrices de Müeller, mientras que los haces de luz se representan por arreglos matriciales de 4x1 elementos, llamados vectores de Stokes. Usando estas herramientas matemáticas se puede comprender la creación de un haz de luz polarizado. En este trabajo se desarrolló una aplicación en Java con el objetivo de comprender el concepto de polarización de la luz de una forma dinámica, simple y visual. En esta aplicación se pueden crear “n” polarizadores y/o retardadores de diferentes características con las orientaciones de sus ejes a elección del usuario, así como definir el haz de entrada en el sistema. El estado de polarización del haz que emerge de estos dispositivos se presenta en forma matricial y gráfica. La aplicación muestra las matrices de Müeller de los dispositivos creados, así como los vectores de Stokes del haz de luz de entrada. Se muestra la aplicación creada y algunos ejemplos. Adicionalmente, un grupo de estudiantes de la licenciatura en física utilizó esta aplicación, observándose una mejora en la comprensión de los conceptos; se presenta el análisis.

Óptica - LXV-005665

11:00-13:00 **Revisión histórica y filosófica acerca de la masa del fotón y sus implicaciones en algunos fenómenos de la Física.** Abraham Ramsés Ve-

lázquez Kraff (*abraham.velazquez.kraff@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

Sergio Misael Mirazo Solórzano (*sergio.mirazo@arjeclub.org*), Universidad del Valle de México; *Fernando Gonzalez Rosas (*fer7192@gmail.com*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

La idea corpuscular de la luz fue defendida mayormente por Isaac Newton en un debate que tuvo con C. Huygens, el cuál pierde ya que este último termina por demostrar que la luz es una onda. Esta idea continúa válida hasta la construcción de la teoría electromagnética de Maxwell, pero que, junto con el inicio de la mecánica cuántica, la luz vuelve a tomar características corpusculares. Este trabajo se centra en investigar y exponer todos los autores que de alguna manera pensaban que la luz no solamente posee propiedades corpusculares si no que también creían que poseía masa. Se mostrará como el propio Einstein no solo creía esto, si no que, además, obtiene un cálculo conocido como la “masa de Einstein de la luz” proveniente de la ecuación $\alpha = \frac{2Gm/c^2}{r}$, debatiendo sus pros y contras con los preceptos de la ciencia actual.

Óptica - LXV-005666

11:00-13:00 **Caracterización de maniqués ópticos de gel de parafina mediante la transmisión de pulsos ultracortos de luz** Mario Enrique Álvarez Ramos (*enrique.alvarez@fisica.uson.mx*), Departamento de Física, Universidad de Sonora.; Roberto Carlos Carrillo Torres (*roberto.carrillo@unison.mx*), Departamento de Física, Universidad de Sonora.; Rubén Aurelio Estrella Cerón (*rubenestrella1412@gmail.com*), Departamento de Física, Universidad de Sonora.; Eduardo Ortiz Rascón (*eduardo.ortiz@fisica.uson.mx*), CONACYT - Universidad de Sonora.; *Isidoro López Miranda (*isi.lm@hotmail.com*), Departamento de Física, Universidad de Sonora.; *Expositor.

Los maniqués ópticos son sistemas diseñados para simular geometrías y parámetros físicos relevantes del tejido biológico, tales como el coeficiente de esparcimiento y el de absorción. Es posible caracterizarlos a partir del estudio del patrón de esparcimiento de luz que provoca la interacción de un pulso de luz con el material que los constituye. Una sustancia que presenta alta capacidad de moldeo para simular diferentes geometrías de tejidos biológicos es el gel de parafina.

En este trabajo presentamos la metodología para la elaboración y la caracterización óptica de maniqués equivalentes a tejido biológico compuestos de nanopartículas de óxido de zinc dispersas en gel de parafina.

La caracterización óptica se realiza mediante el análisis de la distribución de tiempos de vuelo de fotones que son transmitidos a través del maniquí. Para esto, el perfil de intensidad de un pulso de luz ultracorto transmitido por el maniquí es ajustado a la solución temporal de la ecuación de transporte radiativo usando la aproximación de difusión.

De aquí obtenemos los coeficientes de esparcimiento y absorción de los maniquíes elaborados y se discuten sus valores en función de la concentración de nanopartículas de óxido de zinc en el gel de parafina, así como su cercanía con los valores reportados para diferentes tejidos biológicos.

Óptica - LXV-005738

11:00-13:00 **Construcción de un Telescopio Galileano como Ayuda Óptica para Baja Visión** *Martín Rodríguez Rodríguez (martin.isaias.rodriguez@iztacala.unam.mx), Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, Avenida de los Barrios No. 1 Col. Los Reyes Iztacala, Tlanepantla Estado de México C.P. 54090;*

**Itzel Muñoz Juárez (314192439@iztacala.unam.mx), Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, Avenida de los Barrios No. 1 Col. Los Reyes Iztacala, Tlanepantla Estado de México C.P. 54090; *Expositor.*

Ruth Eva Hernández Carbajal (eva7514@gmail.com), Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, Avenida de los Barrios No. 1 Col. Los Reyes Iztacala, Tlanepantla Estado de México C.P. 54090;

Dulce González Utrera (dulce.gonzalez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Apdo. Postal 70-186, C.P. 04510, CDMX., México;

Brenda Villalobos Mendoza (brenda.villalobos@udem.edu), Universidad de Monterrey, Departamento de Física y Matemáticas, Av. Ignacio Morones Prieto 4500 Pte., C.P.66238, San Pedro Garza García, Nuevo León. México.;

Daniel Aguirre Aguirre (daniel.aguirre@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Apdo. Postal 70-186, C.P. 04510, CDMX., México;

José Rufino Díaz Uribe (rufino.diaz@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Apdo. Postal 70-186, C.P. 04510, CDMX., México;

“La baja visión o vista parcial, se define como la agudeza central reducida o la pérdida de campo visual”, la cual; es insuficiente desde el punto de vista funcional incluso con la mejor corrección óptica que se pueda obtener con una lente simple. Por lo tanto, en este trabajo se propone construir un Telescopio Galileano con un poder de amplificación de 2X, mediante el cual, nos permita obtener una visión satisfactoria en un paciente con disminución de agu-

deza visual (AV) lejana de 20/70 a 20/200 valorada con cartilla de LEA a 10 pies. Para llevar a cabo esta propuesta primeramente se identifica al paciente en cuestión con posibles causas de baja visión como: ambliopía, errores refractivos medios a altos, y/o enfermedades no progresivas. Posteriormente, se seleccionan las lentes requeridas para llevar a cabo la construcción del instrumento. Se realiza la caracterización tanto de las lentes propuestas como del arreglo experimental. Finalmente, se muestran los resultados experimentales sobre el poder de amplificación obtenido y se establecen parámetros específicos para determinar la funcionalidad del telescopio propuesto, como son: AV lejana, sensibilidad al contraste con pruebas de redes sinusoidales, así como un cuestionario de satisfacción. Esto nos permitirá establecer la mejoría en cuanto a resolución, nitidez y aceptación del usuario.

Óptica - LXV-005763

11:00-13:00 **Fabricación de Divisor de Haz en Guía de onda con acopladores directos a fibra óptica multimodal** *Víctor Manuel Velázquez Aguilar (vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Gustavo Armendáriz Peña (gustavo.ap@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se diseñó y fabricó un Divisor de Haz en guías de onda (de sección transversal cuadrada de 125 x 125 micras) con resina fotosensible usando un Nanoscribe. En cada extremo de las guías de onda se diseñó un conector para facilitar el acoplamiento con fibra óptica multimodal. Las guías de onda se probaron con luz visible (632nm) y con fotones individuales provenientes de una Conversión Paramétrica Descendente Espontánea (SPDC). Los coeficientes de transmisión y reflexión del divisor de haz son dependientes de la separación de las guías en la zona de interacción y la longitud de ésta. Los resultados muestran que es posible transmitir fotones individuales de una guía a otra usando el principio del campo evanescente.

Óptica - LXV-005776

11:00-13:00 **Índice de refracción de aceite de sesamum indicum y vitis vinífera** *Maria Magdalena Mendez Gonzalez (mmen07@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional;*

Arturo García Borquez (mmen07@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional;

**Carlos Adrian Aguilar Sanchez (mmen07@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Se aplica la Ley de Snell para determinar el índice de refracción de los aceites de sesamum indicum y vitis vinífera. El aceite de sesamum indicum es uno de los primeros aceites vegetales consumidos por el ser humano, tiene todos

los aminoácidos esenciales, ácidos grasos Omega 3 y Omega 6, que mejoran las funciones cardiovasculares. El aceite de vitis vinífera es uno de los antioxidantes más poderosos del mundo, combina ácidos grasos Omega 6 y Omega 9 que ayuda a la síntesis de colágeno y elastina en la piel. Debido a la utilización de ambos aceites en la industria gastronómica y cosmetología es de vital importancia determinar su índice de refracción ya que en apariencia son muy similares.

Óptica - LXV-005797

11:00-13:00 Mecanismo de deposición de microgotas basado en el fenómeno de termocavitación
Juan Pablo Padilla Martínez (juan.padilla@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Ruben Ramos Garcia (rgarcia@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Julio Cesar Ramirez San Juan (jcram@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Juan Castillo Mixcoatl (juan.castillo@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Placido Zaca Moran (zmoran_placido@icloud.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Rafael Zaca Moran (rafaelzcmrn@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Eduardo Rosales Cortes (eduardo.rosalesc@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Expositor.

En las últimas tres décadas ha ido en aumento el desarrollo de tecnología de impresión por inyección de tinta para aplicaciones no gráficas, por ejemplo, la deposición de tintas conductoras, polímeros y electrónica impresa, entre otras. Estas nuevas aplicaciones requieren de sofisticados mecanismos de impresión y un análisis reológico de la sustancia a imprimir para mejorar su eficiencia. En este trabajo se presenta el estudio de la dinámica de gotas y/o chorros líquidos generados por el fenómeno de termocavitación, como una técnica alternativa a los mecanismos actuales de impresión. Una solución de nitrato de cobre disuelto en agua fue empleada como solución de trabajo, tanto para generar la burbuja de termocavitación como las gotas/chorros expulsados, la cual se encuentra en el interior de una cavidad elíptica truncada. El estudio de la dinámica de las gotas y/o chorros líquidos fue realizado con base en las propiedades reológicas de la solución (viscosidad, densidad y tensión superficial), los parámetros de imprimibilidad (números de Reynolds, Weber y Ohnsorge) y la velocidad de las gotas y/o chorros expulsados. Los valores obtenidos experimentalmente de los parámetros de imprimibilidad, ubican a las gotas/chorros generados por nuestra técnica, en una región cercana a la óptima para el proceso de impresión, aún presentando casos de gotas satélites o salpicaduras, las cuales pueden ser solucionadas en el futuro. Este mecanismo basado en termocavitación

tiene un gran potencial en la deposición de películas delgadas.

Óptica - LXV-005850

11:00-13:00 Dependencia de los parámetros ópticos de tercer orden β y n_2 con la concentración en películas de SiO₂:Azul de metileno
Franklin J. Méndez Méndez (frankmendez.mz@gmail.com), Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México, CICATA Unidad Morelos-IPN, Xochitepec 62790 Morelos;
Victor M. Arriaga Rodríguez (victor.arriaga@yahoo.com), Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México;

*Jorge A. Garcia Macedo (gama@fisica.unam.mx), Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México;

*Expositor.

Las respuestas ópticas no lineales de tercer orden pueden obtenerse al hacer incidir luz láser focalizada sobre una muestra, desplazándola alrededor del punto focal. Esta es la técnica conocida como Z- [1]. Preparamos películas de SiO₂:Azul de metileno por sol gel con diferentes concentraciones del colorante. Aplicamos la técnica de Z-scan en estas muestras empleando un láser de He-Ne de 594 nm. En este trabajo presentamos y discutimos los resultados obtenidos sobre el coeficiente de absorción y del índice de refracción de tercer orden.

[1]. Sheik-Bahae, et al., "Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam", Quantum Electronics, IEEE Journal of, 26(4), pp. 766, 1990.

Óptica - LXV-005957

11:00-13:00 Propiedades espectroscópicas de iones trivalentes de Er³⁺ y Tm³⁺ incorporados en SiO₂ individual y codopado
Federico González García (marisol.gomez.miranda@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA;

Ana María Soto Estrada (marisol.gomez.miranda@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA;

Rebeca Sosa Fonseca (rebe@xanum.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA;

*Marisol Gomez Miranda (marisol.gomez.miranda@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA; *Expositor.

En los últimos años ha crecido el interés de las propiedades ópticas de los lantánidos trivalentes debido al gran desarrollo de la tecnología optoelectrónica y sus aplicaciones; en particular cuando estos iones activan ópticamente a ciertos materiales como el SiO₂. En esta dirección se realizó un estudio sistemático de los espectros de ab-

sorción, emisión y excitación de monolitos de SiO₂:Tm³⁺ (1.0% mol), de SiO₂:Er³⁺ (1.0% mol) y de muestras codopadas SiO₂:Er³⁺:Tm³⁺, también al 1.0 %. Los resultados muestran que bajo la excitación ultravioleta en 378 nm y 356 nm el SiO₂:Ln³⁺ (Ln = Er, Tm) muestra las bandas de emisión características en el verde y el azul, correspondientes a las transiciones f-f del Er³⁺ y del Tm³⁺, respectivamente. De las gráficas de emisión de la muestra codopada se puede observar un posible mecanismo de transferencia de energía ion-ion, ion-red.

Óptica - LXV-006021

11:00-13:00 Plasmonic of Surface Plasmons in thin films Raúl García Llamas (*raul.llamas@unison.mx*), Universidad de Sonora;
*Sandra Luz Gastélum Acuña (*slgastelumac@conacyt.mx*), Investigadora CONACYT-Universidad de Sonora;
*Expositor.

The dispersion relation of Surface plasmons in planar and one-dimension corrugated metallic thin films is calculated. The excitation of these modes, in planar thin films, are studied by using the attenuated total reflection in Otto-configuration. The spectra of reflection for a silver thin film with both interface periodically corrugated is calculated and the "optical" relation dispersion is extracted.

Óptica - LXV-006059

11:00-13:00 Generación fototérmica de microburbujas empleando un láser vía fibra óptica y su uso como herramienta de dibujo. Ana Karen Godínez Pacheco (*ana.godinez2031003@upt.edu.mx*), Universidad Politécnica de Tulancingo;
Jose Gabriel Ortega Mendoza (*gabriel.ortega@upt.edu.mx*), Universidad Politécnica de Tulancingo;
Arturo Guzmán Barraza (*arturo.guzman.1731025@upt.edu.mx*), Universidad Politécnica de Tulancingo;
*Jose Armando Escamilla Angeles (*jose.angeles.81216@gmail.com*), Universidad Politécnica de Tulancingo;
*Expositor.

En este trabajo se muestran los resultados experimentales de la generación fototérmica de microburbujas de vapor de agua, su manipulación y la formación de caracteres (siglas y/o figuras) mediante acción láser ($\lambda = 980$ nm) vía fibra óptica. Previamente nanopartículas de plata se inmovilizan en la punta de una fibra óptica monomodo (9/125 μ m) usando la técnica de fotodeposición. La formación de microburbujas se origina ya que la radiación láser que viaja a través de la fibra óptica es absorbida por las nanopartículas de plata provocando un incremento en su temperatura y transfiriendo la energía térmica al medio que las rodea (agua). Cuando el punto de ebullición es alcanzando, inicia el proceso de formación de una microburbuja. La burbuja permanece adherida a la punta

de la fibra por la fuerza de Marangoni hasta que el láser es apagado. Para poder formar los caracteres deseados es necesario que la fibra óptica junto con la microburbuja se desplacen hasta la posición donde permanecerá adherida (la pared de una celda de vidrio). En ese momento el láser es apagado y la fibra óptica es retirada. La fuerza de adhesión permite la fijación y evita el desprendimiento y pérdida por flotabilidad de las microburbujas adheridas a la pared. Las imágenes de los caracteres formados son capturadas con una cámara digital acoplada a una lente macro (Moticam 3+). Los caracteres formados son: UPT (siglas de la Universidad Politécnica de Tulancingo), LFO (siglas del Laboratorio de Fibra Óptica) y la silueta de la cabeza de un toro (la mascota de la UPT). Las microburbujas son ampliamente empleadas en el proceso de cavitación óptica, remoción de impurezas en líquidos y/o la construcción de micromáquinas.

Óptica - LXV-006060

11:00-13:00 Estudio de la polarización en una fibra óptica plástica para aplicaciones de sensado Ruth Ivonne Mata Chávez (*ruth@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;
Carlos Rodríguez Doñate (*c.rodriguezdonate@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;
Mónica Trejo Durán (*mtrejo@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;
Omar Palillero Sandoval (*omar.palillero@uaem.mx*), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;
Jesús Antonio Cisneros Rivera (*ja.cisnerosrivera@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;
Alexandra Giselle Sánchez Nieto (*ag.sancheznieto@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;
*Aurora Álvarez Samano (*a.alvarezsamano@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;
*Expositor.

La evolución de la polarización en fibras ópticas de vidrio ha sido ampliamente estudiada por diferentes grupos de investigación en el mundo para aplicaciones diversas. En la actualidad las fibras ópticas de plástico son interesantes por sus características ópticas en el visible y UV que pueden aprovecharse en áreas del sensado óptico de corto alcance. En estos dispositivos la polarización juega un rol importante ya que su control es fundamental en el desarrollo de diferentes dispositivos y de sensores con fibra óptica polimérica que midan alguna variable física como temperatura, tensión o torsión. Existen estudios interesantes en aplicaciones como giroscopios para uso aeroespacial o como detectores distribuidos de vibraciones estructurales. En este estudio se analiza la polarización de un haz de luz a 632nm en una fibra óptica plástica de 30 cm de largo con un diámetro de 1000 micras. La fibra se coloca inicialmente recta y se analiza la intensidad de la luz de salida variando los ángulos de polarización usando el método de Malus donde la intensidad medida

es la intensidad del haz incidente por el coseno cuadrado del ángulo θ de polarización. Los resultados en la fibra de 30 cm de largo muestran que la polarización de la fuente es lineal ya que la luz varía periódicamente con extinción completa en 2 valores de θ . La fibra muestra un estado de polarización lineal o elíptica con desfase respecto al estado de polarización de la fuente. En este caso, se observa que la luz varía de forma periódica sin extinción completa en ningún ángulo de polarización. Por último, los resultados en una fibra con curvatura muestran un estado de polarización circular posiblemente combinado con luz no polarizada debido a que no se observa variaciones definidas. Además, se podrán realizar aplicaciones en dispositivos y sensores de corto alcance para el estudio de la mejora de la sensibilidad.

Óptica - LXV-006141

11:00-13:00 "Imagenología cuantitativa de fase para objetos biológicos: simulaciones numéricas" *Julián David Sánchez De La Llave (dsanchez@inaoe.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Rosario Guadalupe Porras Aguilar (rporrasa@uncc.edu), The University of North Carolina at Charlotte; *Tania Beatriz Martínez Hernández (betytania1@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Muchos objetos de interés en las ramas de la biología, la medicina y las ingenierías son transparentes, es decir, presentan una absorción muy pequeña o nula, pero generan variaciones espaciales en la fase de la luz que los ilumina. Dichas variaciones de fase se pueden observar a través de diferentes técnicas incluyendo interferometría convencional, sin embargo, requiere ambientes libres de vibraciones mecánicas. Otro enfoque conocido como imagenología de fase cuantitativa ofrece mediciones de fase en un sistema robusto que puede implementarse en ambientes demandantes como biológicos e industriales. Las variaciones inducidas en la fase del campo iluminante se relacionan con propiedades físicas y químicas del objeto bajo observación, por lo que su determinación cuantitativa es de mucha utilidad. En este trabajo se presentan simulaciones numéricas de la visualización cuantitativa de objetos transparentes a través de los métodos de interferometría convencional y de camino común, así como una comparación entre los resultados obtenidos.

Partículas y Campos - LXV-004465

11:00-13:00 Correcciones a la luminosidad en colisiones protón-protón a 13 TeV del 2017 en el experimento CMS *Lizardo Valencia Palomo (lizardo.valencia@unison.mx), Universidad de Sonora; Kevin Jesús Moreno Guerrero (a218222650@unison.mx), Universidad de Sonora;*

**Alexa Judith Montoya López (a218217961@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Una determinación precisa de la luminosidad es una de las cantidades más importantes para un experimento del área de la física de altas energías. En el caso específico del experimento CMS del LHC, al momento de la toma de datos, una medición de la luminosidad proporciona una retroalimentación en tiempo real sobre el funcionamiento del acelerador y el control que se tiene de éste por parte de los operadores. Pero no solo eso, al propio experimento le resulta útil tener un conocimiento de la luminosidad en todo momento, ya que así puede tener un control sobre el funcionamiento de los diversos disparadores de la toma de datos. Además de todo lo anterior, la luminosidad juega un papel fundamental en prácticamente todos los artículos que se publican con datos del LHC. Esto se debe a que para calcular una sección eficaz, es necesario conocer la luminosidad integrada que comprende el conjunto de datos utilizados para dichos resultados.

En CMS existen diversos detectores que son utilizados para medir la luminosidad, entre ellos se encuentran el PLT y el BCM1F. En este trabajo se presentará una medida de la luminosidad en colisiones protón-protón a 13 TeV del año 2017 para los detectores anteriormente mencionados.

Partículas y Campos - LXV-004558

11:00-13:00 Gluebolas (Glueballs) **Ajax Santos Guevara (ajax.santos@udem.edu), Universidad de Monterrey; *Expositor.*

El modelo de quarks convencional considera que los mesones se encuentran compuestos por un par quark-antiquark y los bariones por tres quarks, mientras que a las partículas que tienen una composición diferente se les conoce como hadrones exóticos. Experimentalmente se han encontrado evidencias de la existencia de tetraquarks, pentaquarks y otras configuraciones compuestas por quarks y gluones. El interés por estudiar a los hadrones que están más allá del modelo convencional, se debe a que pueden proporcionar nuevos conocimientos sobre la estructura interna, el confinamiento, y además pueden desempeñar un rol importante en la comprensión de la región no perturbativa de QCD. En este trabajo se analizan los resultados recientes, tanto teóricos como experimentales, de los estados llamados gluebolas (glueballs) y su relación con los mesones escalares.

Partículas y Campos - LXV-004599

11:00-13:00 Flujos de neutrinos y rayos gamma en un modelo de Multi-Higgs **Alex Ebenezer Valdes Martínez (va401946@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor. Roberto Noriega Papaqui (rnoriega@uaeh.edu.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Alba Leticia Carrillo Monteverde (acarrillo@ipn.mx),
University of Sussex;

Los modelos donde se incluyen dobletes de Higgs adicionales en el potencial han sido ampliamente estudiados en el contexto de la física más allá del modelo estándar. Estos modelos contienen una variedad diversa de partículas adicionales a las conocidas y aquellas con ciertas características pueden considerarse candidatos a materia oscura. Este trabajo busca explorar un modelo de Multi-Higgs en el contexto de materia oscura, enfocándonos en las señales de detección indirecta provenientes de la aniquilación a fotones y neutrinos de estos candidatos y su posible detección.

Partículas y Campos - LXV-004761

11:00-13:00 **RPC detectors in the CMS Experiment**
Cecilia Uribe Estrada (ceciuri@gmail.com), Benemérita
Universidad Autónoma de Puebla;

*Luis Enrique Canuto Gómez (canuto.gomez.luis.enrique@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El Compact Muon Solenoid (CMS), es un detector de propósito general, diseñado para observar diferentes fenómenos físicos provenientes de las colisiones del Large Hadron Collider (LHC). Los objetivos del LHC incluyen refinamiento de medidas dentro del Modelo Estándar y búsqueda de nueva física más allá de este.

CMS está constituido por diferentes sistemas de detección, uno de los más importantes para el estudio de nuevos fenómenos es el detector de muones. Las Cámaras de Placas Resistivas (Resistive Plate Chambers, RPC) forman parte de este sistema y funcionan como un trigger para la reconstrucción de muones. Para enfrentar las condiciones de alta radiación durante la etapa de alta luminosidad del LHC, dos nuevas estaciones con iRPCs (improved RPCs) serán integradas en el sistema de muones.

En este trabajo se expone la importancia de los RPC (con énfasis en CMS) y su extenso uso en experimentos de altas energías, gracias a su alta resolución y bajo costo.

Partículas y Campos - LXV-004862

11:00-13:00 **Materia Oscura en IDMS_C** Olga Guadalupe Félix Beltrán (olga.felix@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Federico De Jesús Cázares Bush (federico@matem.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*José Enrique Barradas Guevara (jose.barradas@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El doblete único de Higgs en el Modelo Estándar (SM) puede ser la forma más sencilla de introducir la ruptura de simetría electrodébil, pero las extensiones SM con más dobletes escalares no están excluidas. El modelo de

doblete inerte, una extensión mínima del Modelo Estándar por un segundo doblete de Higgs sin acoplamientos directos a quarks o leptones, es uno de los escenarios más simples que pueden explicar la materia oscura. El modelo de dos dobletes de Higgs inerte IDM por sí solo es un buen candidato para encontrar física más allá del SM. Sin embargo, contiene muchas restricciones tanto teóricas como experimentales en aceleradores de partículas hadrónicas o leptónicas. El siguiente paso es agregar simetrías continuas adicionales, simetría de norma que incluye dos dobletes y un singlete complejo de campos escalares. Por lo que, evocamos el estado del modelo de dos dobletes más un singlete complejo, un modelo de dobletes de dos Higgs con un singlete que obedece a una simetría Z_2 discreta que proporciona candidatos de materia oscura. Se busca establecer si el modelo restringe las corrientes neutras que cambian sabor, si cuenta con un candidato de materia oscura viable y determinar sus propiedades.

Partículas y Campos - LXV-005102

11:00-13:00 **Simulación de una RPC Multigap de placas de Vidrio** Mateo Ramírez García (mateorgf@gmail.com), Universidad Iberoamericana CDMX;
Cecilia Uribe Estrada (ceciuri@gmail.com), Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Severiano Carpiñeyro Bernardino (severianocarpiñeyro@gmail.com), Universidad Iberoamericana CDMX; *Expositor.

En física de altas energías (HEP), algunos de los detectores de partículas más usados, están los que en su principal componente tienen una mezcla de gases, debido a su buena eficiencia, robustez y relativamente bajo costo. Uno de estos tipos de detectores son las Resistive Plate Chambers (RPCs), su uso, está tan vigente que actualmente en algunos grupos de investigación en el Gran Acelerador de Hadrones (LHC) para la fase de alta luminosidad (HL-LHC) se están desarrollando versiones mejoradas de RPCs (los iRPCs).

Las Resistive Plate Chambers son cada vez más utilizados, no solo en la física de partículas, sino también en cada vez más diversas aplicaciones, como en tomografía. En este trabajo se presentan algunos resultados de la simulación en Geant4 & Garfield de una RPC Multigap de placas de vidrio, el cual es parte de un proyecto de tomografía usando muones atmosféricos. Se simula la generación de avalanchas en el campo eléctrico por el paso de muones a través de las cámaras de gas y por el teorema de Ramo-Shockley se calcula la señal inducida en los electrodos de lectura.

Partículas y Campos - LXV-005396

11:00-13:00 **Implicaciones fenomenológicas de la materia oscura en una extensión del Modelo Estándar** *Olga Guadalupe Félix Beltrán (olga.felix@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP);*

Ana Aurelia Avilez López (ana.avilezlopez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP);

Félix Francisco González Canales (felix.gonzalez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP);

**Jennifer Huerta Salas (jennyhusa@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP); *Expositor.*

Actualmente, el Modelo Estándar (SM) es la piedra angular teórica de la Física de Partículas. Sin embargo, sus predicciones aún no pueden explicar ciertos fenómenos como la masa del neutrino y la composición de Materia Oscura (DM). Para tratar de explicar ambos fenómenos se propone una extensión seesaw al SM el cual supone la existencia de tres neutrinos derechos singletes, dando lugar a los términos de masa tipo Dirac y a una masa de los neutrinos del orden de MeV. Dicho mecanismo rescata el orden en Sub-eV de los neutrinos debido a una violación genérica del número leptónico, la cual puede surgir de una ruptura espontánea de la simetría. La posibilidad más simple es considerar el número leptónico como una simetría global, cuya ruptura dejará un bosón de Nambu-Goldstone sin masa: el Majoron, el cual puede acoplarse a la partícula de DM.

Por otra parte, la detección directa de DM se restringe por parámetros como la densidad reliquia y la sección eficaz promediada térmicamente a partir de observaciones cosmológicas tales como el espectro de potencias de las fluctuaciones de densidad de la distribución de materia en el Universo a grandes escalas y las abundancias de elementos ligeros producidos en la época de nucleosíntesis primordial. Estas podrían restringir de manera muy importante el espacio de parámetros de los neutrinos masivos, así como su posible acoplamiento con la DM.

Este trabajo realiza un barrido un espacio de parámetros tomando en cuenta las restricciones anteriores, así como las cotas para las emisiones de rayos gamma provenientes de posibles aniquilaciones y/o decaimientos de la DM. Las herramientas computacionales utilizadas para este propósito son: FeynRules, MicrOmegas y CLUMPY.

Partículas y Campos - LXV-005476

11:00-13:00 **Explorando los vértices $H^\pm W Z^0$ y $H^\pm W h^0$ en futuros aceleradores e-p, en el Modelo Supersimétrico Mínimo más un Triplete Escalar Complejo (MSSM-OHT)** *Jaime Hernández Sánchez (jaime.hernandez@correo.buap.mx), BUAP;*

**Aldo Marroquin (aldoalanaamm@gmail.com), BUAP; *Expositor.*

En este trabajo se propone calcular la desviación de la intensidad del vértice $H^\pm W Z^0$ entre los modelos Georgi-Machacek (GM) y el Modelo Estándar Mínimo Supersimétrico con un Triplete Complejo adicional (OHT-MSSM). Para ello se expresará dicho vértice en un lagrangiano efectivo que pueda representar el modelo GM y el modelo OHT-MSSM. Este lagrangiano se implementará en la herramienta computacional LanHep que genera reglas de Feynman para cualquier proceso y se usarán las herramientas de simulación CalcHep y Madgraph como generadores de eventos. En particular en aceleradores electrón-protón se estudiara la producción del Higgs cargado mediante los canales $H^\pm \rightarrow f_u f_d$ y $H^\pm \rightarrow W^\pm h^0$ con $W^\pm \rightarrow l$ y $h^0 \rightarrow f \bar{f}$.

Partículas y Campos - LXV-005688

11:00-13:00 **Jordan-Lie algebras of Lorentz particles in 4 + 1 dimensions.** *Roberto Noriega Papaqui (ropapaqui@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;*

Benjamín Alfonso Itzá Ortíz (itza@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

**Manuel Ibarra Granillo (ib228645@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

Selim Gómez Ávila (selimibn@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Lie algebras characterize the symmetries of free elementary physical systems, which are associated with their irreducible unitary representations. However, to describe the interactions of such systems we need to write linear operators acting on the representation, which satisfy a richer Jordan-Lie algebra (or commutator and anticommutator algebra). Different representations of the same Lie algebra possess different Jordan algebras, which impacts the interactions that we can write for them. Covariant basis for these Jordan-Lie algebras such as the Dirac basis for the fermion fields, help us classify acceptable interactions of quantum fields. In 3+1 dimensions, parity plays a crucial role in the construction of the covariant basis of interesting representations; however, in 4+1 dimensions, this is not a possibility. In this work we describe the covariant basis for the Jordan-Lie algebras of some interesting representations of the Lorentz $SO(1, 4)$ algebra.

Partículas y Campos - LXV-005759

11:00-13:00 **Estados ligados nucleares de los mesones η_c y J/Ψ** *Jesus Javier Cobos Martinez (j.j.cobos.martinez@gmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora;*

**Ana Guadalupe Diaz Mondaca (anilu0424@gmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.*

Presentamos resultados para los eigenvalores y eigenfunciones de los estados ligados nucleares de los mesones η_c y J/Ψ para varios núcleos atómicos. Los potenciales escalares atractivos para los mesones η_c y J/Ψ se obtienen a partir de las auto-energías modificadas de estos mesones en el medio nuclear, considerando los lazos DD^* y $D\bar{D}$ en las auto-energías, respectivamente. Nuestros resultados sugieren que los mesones η_c y J/Ψ deberían formar estados ligados con todos los núcleos considerados.

Partículas y Campos - LXV-006135

11:00-13:00 **Luminous black holes** *Luis Arturo Ureña López (lurena@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato;*

Juan Barranco Monarca (jbarranco@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

**Yadir Alexander Garnica Garzón (ya.garnicagarzon@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

A complimentary scenario to superradiance is presented based on the possible existence of instabilities in non-rotating black holes. A plausible parameter space for the formation of axion-type scalar field clouds around black holes in cosmological times is determined, which allows establishing bounds on the amount of dark matter as primordial black holes through axion-photon coupling. Additional phenomenological results are commented on.

Rayos Cósmicos - LXV-004785

11:00-13:00 **Simulación preliminar del Telescopio Centellador de Rayos Cósmicos (SciCRT) de Sierra Negra** *José Francisco Valdés Galicia (jfvales@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.;*

Luis Xavier González Méndez (lxavier@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Servicio de Clima Espacial México / Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.;

**Fernando Monterde Andrade (fmonterde@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.;* *Expositor.

Llevamos a cabo la simulación de los componentes activos del Telescopio Centellador de

Rayos Cósmicos (SciCRT). El SciCRT es un detector de rayos cósmicos de última generación

y forma parte del Observatorio de Rayos Cósmicos de Sierra Negra (ORC-SN) que se

encuentra en la cima del volcán de Sierra Negra en Puebla, México (19.0 N 97.3 O) a 4580 m

s.n.m. (584 g/cm²). Debido a su posición geográfica y altitud, el ORC-SN es un sitio de

observación de rayos cósmicos de nivel internacional.

Con base en la herramienta Geant4 se diseñó el detector y se simuló la capacidad de detección para diferentes especies de partículas. Obtuvimos distribuciones de deposición de energía para partículas incidiendo verticalmente sobre el volumen del detector con energías de 100, 250, 500 y 1000 MeV. Nuestros resultados son consistentes con resultados de simulaciones previas y, con el uso de nuevas bibliotecas de programación, se aporta nueva información sobre la respuesta del detector a la detección de las partículas inyectadas.

Rayos Cósmicos - LXV-005103

11:00-13:00 **Espectro de rayos cósmicos estimado con los IACTs compactos HAWC's Eye y el observatorio HAWC.** *José Rubén Alfaro Molina (ruben@fisica.unam.mx), Instituto de Física - UNAM;*

**José Erandi Serna Franco (j_serna@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - UNAM; *Expositor.*

J. Audehm, T. Bretz, O. Chaparro-Amaro, G. Do, M.M. González, F. González, A. Iriarte, J. Martínez-Castro, M. Martínez-Felipe, F. Maslowski, Y. Pérez, F. Rehbein, F. Tischbein, I. Torres and M. Schaufel.

En la astrofísica de altas energías las técnicas de observación de rayos gamma se complementan mutuamente, brindando mejores resultados cuando se realizan observaciones conjuntas o híbridas. HAWC's Eye es un telescopio refractivo de luz Cherenkov, con amplio campo de visión (6°) que esencialmente esta compuesto por una lente de Fresnel y una matriz de 64 fotomultiplicadores de Silicio (SiPMs). HAWC es un observatorio de rayos gamma compuesto por un arreglo de detectores de Cherenkov en agua en operación en el Volcán Sierra Negra, Puebla, México a 4,100 msnm. En el presente trabajo se muestran los primeros resultados sobre la reconstrucción del espectro de rayos cósmicos a partir de datos obtenidos durante una campaña de observación híbrida realizada con los IACTs compactos HAWC's Eye en conjunto con el observatorio de rayos gamma HAWC. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320.

Rayos Cósmicos - LXV-005269

11:00-13:00 **Simulación con GEANT4 de un WCD** *Humberto Salazar Ibarquén (humberto.salazar@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;*

Enrique Varela Carlos (enrique.varela@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

Patricio Arellano Bautista (patricio.arellanob@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

Rodrigo Friend Gonzalez (*rodrigo.friend@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Victor Manuel Luna Mendoza (*victor.lunam@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Presentamos un “modelo de juguete” de la simulación de un Detector Cherenkov de Agua (WCD), usando el paquete de simulaciones de Montecarlo Geant4. Los Tanques de agua Cherenkov (WCD) son detectores basados en el efecto Cherenkov. Un simple depósito de plástico (Auger) o metal (HAWC) etc, se llenan de agua y se cierran. Los tubos fotomultiplicadores se instalan dentro del detector ya sea en el fondo (HAWC) o en el tope (Auger). Cuando una partícula atraviesa el volumen de agua, emitirá luz en un cono de Cherenkov. Luego, la luz se uniformiza en el volumen de agua por difusión en las paredes del tanque (generalmente cubiertas por un material altamente difusor) y finalmente se recolecta en los tubos fotomultiplicadores. Todos estos procesos se pueden simular con Geant4. Este modelo sencillo permite a novatos adentrarse en este campo que es tan importante para muchos experimentos de física de altas energías, puede ser usado como base para aumentar el grado de detalle del experimento final a simular.

Sistemas no Lineales - LXV-004510

11:00-13:00 Sincronización y Control de Sistemas Caóticos de baja dimensionalidad *Mauricio Yamil Tame Soria (*1232314f@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Eduardo Salvador Tututi Hernández (*eduardo.tututi@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Ulises Uriostegui Legorreta (*uli_mat@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

En este trabajo se presenta un enfoque diferente para el estudio de la sincronización entre sistemas caóticos. Esto se hace acoplando dos sistemas no lineales diferentes forzados. La forma de acoplar los sistemas en estudio es diferente a las utilizadas en el análisis del caos en sistemas dinámicos de baja dimensionalidad. El estudio de la sincronización y cómo manipularla, se realiza a través de la variación de los acoplamientos mediante el cálculo de las funciones de error. Observamos que para valores bastante grande el parámetro de acoplamiento entre los sistemas se alcanza una sincronización completa, mientras que para valores pequeños del acoplamiento se obtiene, en el mejor de los casos, una sincronización parcial.

Sistemas no Lineales - LXV-004807

11:00-13:00 Oscilador de Tántalo bajo perturbaciones continuas y periódicas. Jorge Humberto Arce Rin-

cón (*harce@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México;

Martín Alarcón Ronzón (*martinalarcon@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México;

*Augusto Cabrera Manuel (*nadxiba@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El Oscilador de Tántalo es un sistema Hidrodinámico no lineal con un ciclo atractor robusto. Hasta ahora se han hecho estudios en él sobre los efectos de perturbaciones discretas de poca duración [1,2]. En este trabajo se presentan resultados teóricos obtenidos mediante simulaciones numéricas, de un Oscilador de Tántalo bajo perturbaciones continuas y periódicas. Como consecuencia de las perturbaciones, se obtienen acoplamientos o ritmos que se representan en un diagrama intensidad vs frecuencia, obteniendo un patrón semejante a lenguas de Arnold. [1] Arce, et al; Border collision bifurcations in tantalus oscillator. Revista Mexicana de Física; (2017), 63, p171; [2] Arce et al, Big Bang Bifurcations in the Tantalus Oscillator Under Biphasic Perturbations, IJBC, (2019) 29 p1950023.

Sistemas no Lineales - LXV-005529

11:00-13:00 PROPIEDADES DIFUSIVAS DE LOS SISTEMAS DE DUFFING Y DE VAN DER POL *Gabriel Arroyo Correa (*garroyo@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Los sistemas de reacción-difusión son modelos matemáticos que describen cómo una o más partes de un sistema distribuidas en el espacio cambian bajo la influencia de dos procesos: reacciones locales y difusión. Desde que en 1952 Alan Turing los propuso como la base química de la morfogénesis, estos sistemas se han utilizado para simular diversos procesos biológicos y no biológicos de formación de patrones. Los sistemas de Duffing y de Van der Pol son sistemas de osciladores bien estudiados en la dinámica no lineal, en donde es bien entendido los ciclos límites que presentan estos sistemas. En este trabajo se analiza numéricamente las propiedades difusivas de estos sistemas. Se consideran diferentes condiciones de frontera y de condiciones iniciales. El análisis se hace estudiando los patrones de densidad espacial (patrones de Turing) y la evolución temporal del espacio de configuración del sistema. Los resultados obtenidos permiten identificar diferencias y similitudes entre los patrones de densidad espaciales: hay similitudes en ambos sistemas cuando la distribución inicial es uniforme, sin embargo cuando las distribuciones iniciales son aleatorias hay marcadas diferencias en sus propiedades difusivas. Trabajo apoyado a través del proyecto CIC-UMSNH 2022.

11:00-13:00 Indagación de Daños En Cables Multialámbricos Usando Señales Ultrasonicas *Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (jarandas@umich.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN; Jorge Isidro Aranda Sánchez (jarandas@umich.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN; *Arturo Baltazar Herrejón (jarandas@umich.mx), Ohio State University; *Expositor.*

En este trabajo se usa la propagación de ondas ultrasónicas guiadas para la determinación de daño artificial en piezas de cables multialámbricos. Para el análisis tiempo-frecuencia de ondas guiadas se propone usar la Transformada de Fourier de Tiempo Corto (STFT por sus siglas en inglés). Los resultados mostraron que la frecuencia instantánea y la distribución de energía puede mejorar la detección de daños en cables multialámbricos.

Otro - LXV-004924 **11:00-13:00 Generación de datos sintéticos mediante una red GAN para problemas de clasificación desbalanceada** *Pedro Alfonso Ramírez Pedraza (ponchorp.1985@gmail.com), Centro de Investigaciones en Óptica;*

José Joel González Barbosa (jgonzalezba@ipn.mx), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro;

Juan Bautista Hurtado Ramos (jbautistah@ipn.mx), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro;

Francisco Javier Ornelas Rodríguez (fornelasr@ipn.mx), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro;

**Ángel Moisés Hernández Ponce (ahernandezp1800@ipn.mx), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro; *Expositor.*

En este trabajo se muestra el desarrollo de una red GAN para generar imágenes sintéticas de limones defectuosos. Como los limones defectuosos son descartados durante el proceso de cosecha, es difícil conseguirlos para su estudio y se genera un desbalance entre los datos disponibles. Con la red GAN podemos generar imágenes a partir de un conjunto de datos similar. En este caso, las imágenes sintéticas serán usadas para entrenar un modelo de clasificación binaria.

Un modelo GAN tiene dos partes: el generador y el discriminador. El objetivo de estos modelos es generar datos sintéticos lo más parecido a la referencia original.

El generador toma un vector de ruido como entrada. Este vector pasará a ser más complejo hasta formar una réplica (en nuestro caso imágenes) de los datos originales. El dato generado pasará a la siguiente etapa, el discriminador. El discriminador tiene la tarea de distinguir entre los datos originales y los datos generados. Por lo tanto, el modelo se vuelve especialista para evitar ser engañado. En el entrenamiento, la red GAN inicia una interacción entre los

dos modelos. El generador crea datos continuamente para el discriminador; el discriminador “supervisa” los datos y decide si los datos son reales o falsos. Dependiendo de la decisión del discriminador, el generador aprende la estructura de los datos originales mejorando la calidad de las réplicas.

Para entrenar la red utilizamos imágenes de limones defectuosos proporcionados por productores del municipio de Tecomán, en el estado de Colima. Nuestro propósito es tener suficientes imágenes de este tipo, que serán utilizadas para entrenar modelos de clasificación.

El modelo es capaz de generar réplicas de los limones defectuosos. Aunque la calidad de las imágenes generadas es distinta a las imágenes reales, para nuestra aplicación, estas imágenes sintéticas serán de utilidad ante la falta de limones defectuosos reales.

Otro - LXV-005632

11:00-13:00 Análisis térmico de un sistema de calentamiento solar a través de la implementación de un modelo matemático. *Eligio Cruz Albaro (elicruzalbaro88@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;*

Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (feramirez@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Luis Bernardo López Sosa (lbernardo.lopez@uim.edu.mx), Universidad Intercultural Indígena de Michoacán;

**David Espinosa Gómez (despinosa3187@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro; *Expositor.*

En este trabajo se implementa un algoritmo matemático para estimar la temperatura de un dispositivo de baja potencia, que se compone de materiales pétreos de bajo impacto ambiental, para generar calentamiento de aire a partir del aprovechamiento de energía solar. Con este modelo, también es posible analizar las propiedades ópticas y térmicas de diversos materiales utilizados para aplicaciones de acumulación termosolar, puesto que permite comparar la estimación teórica con un sistema real para validar el algoritmo, y en concreto, analizar el incremento de temperatura de un acumulador de energía, así como cuantificar el tiempo de enfriamiento y calentamiento de aire en tiempos prolongados cuando el acumulador se comporta como una fuente de energía, aún sin la presencia de irradiación solar, que es el principal combustible para el funcionamiento del sistema.

Otro - LXV-005802

11:00-13:00 Reconocimiento del Lenguaje con una Red Neuronal Convolutiva *Georgina Beltrán Pérez (gbeltran@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
Juan Castillo Mixcóatl (*juan.castillo@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
*Benjamin Galindo De La Rosa (*benjamingalindodelarosa@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Hoy en día, la inteligencia artificial juega un papel muy activo en diferentes actividades humanas. Por ejemplo, es muy común tener algoritmos de inteligencia artificial en la identificación de personas en una fotografía en las redes sociales, al igual que la lista de sugerencias en servicios de video y audio en streaming, entre otros muchos ejemplos. Los algoritmos detrás de estos programas tienen una cualidad común que es emular la inteligencia humana, en el sentido de adquirir conocimiento por sí mismos para posteriormente tomar decisiones.

Hoy en día existen distintos algoritmos que forman parte del llamado aprendizaje de máquina o aprendizaje profundo los cuales se inspiran en las redes neuronales biológicas, de aquí el nombre de redes neuronales. En este trabajo se presentan los resultados experimentales de una red neuronal entrenada para reconocer el lenguaje hablado, particularmente la pronunciación de vocales. La red neuronal que se propuso consta de una capa de filtros convolucionales como extractor de características para lograr la identificación.

Otro - LXV-006007

11:00-13:00 Plasmones superficiales TM y TE en grafeno *José Samuel Pérez Huerta (*jsperez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.
Jesús Madrigal Melchor (*jmadrin@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;
David Ariza Flores (*david1cool@gmail.com*), POSDOC-CONACYT;
Irerí Aydée Sustaita Torres (*ireri.sustaita@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;
Arsenio Sánchez Arellano (*asanchezlum@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;
Cecilia Venegas Suárez (*cecilia.venegas@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Los plasmones son oscilaciones de carga eléctrica debida a portadores. Desde hace ya varias décadas, se ha estudiado su existencia en diversos metales. Recientemente, se ha podido comprobar que el grafeno es un material capaz de soportar plasmones superficiales. Al ser éste un material bidimensional, ofrece muchas oportunidades de transportar energía electromagnética a escalas nanométricas. En este trabajo se abordan aspectos de la existencia de plasmones en grafeno, se comparan los modos plasmónicos transversal magnéticos y transversal eléctricos, éstos

últimos no son posibles en metales típicos. Finalmente se presenta las relaciones de dispersión de los modos superficiales TM y TE para dos láminas de grafeno, se discuten similitudes y diferencias.

Otro - LXV-006152

11:00-13:00 Obtención del paisaje epigenético de la morfogénesis de la flor Arabidopsis thaliana por medio de redes neuronales artificiales Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
Jorge Velázquez Castro (*jorgevc@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
*Natalia López Paleta (*nlpaleta23@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Un problema básico en biología de sistemas es la determinación de la red de regulación que existe entre los distintos genes y proteínas en la célula. El conocimiento de la estructura de la red de regulación genética permite determinar el estado de salud y funcionamiento de las células. Es decir, potencialmente se puede emplear como un método de diagnóstico.

En este trabajo se propone un método para encontrar el paisaje epigenético de la red de regulación de la morfogénesis de la flor de Arabidopsis thaliana (AT) que consta de 12 nodos y cuyas relaciones están bien estudiadas.

Este método consiste en encontrar la solución a la ecuación de Fokker-Planck asociada a la evolución de las concentraciones de proteínas involucradas en el proceso. Para ello se empleó la Fórmula de Feynman-Kac la cual nos da un estadístico para hallar el valor promedio de la solución a la ecuación de Fokker-Planck. Así, por medio de un Método Monte Carlo se obtuvo una aproximación numérica para un conjunto finito de puntos en el espacio de estados. Este método es eficiente en sistemas de altas dimensiones ya que no requiere encontrar la solución para todo el dominio.

Posteriormente, estos datos de emplearon para entrenar distintas redes neuronales artificiales feedforward de capas densas que representen el paisaje epigenético del sistema. Se probaron distintas estructuras de red, con distinto número de capas, distinto número de neuronas por capa y distintas funciones de activación.

Se encontró que esta metodología nos permite calcular, de forma eficiente, una aproximación del paisaje epigenético para procesos de desarrollo celular de sistemas biológicos realistas. Esto al disminuir el tiempo de cómputo que otros métodos numéricos necesitarían. Cabe aclarar que, para sistemas de pocas dimensiones, este método no representa una ventaja significativa ya que se puede encontrar una representación del paisaje epigenético punto a punto sin que ello signifique un coste computacional alto.

Astrofísica - LXV-004428

11:00-13:00 **La orientación calendárico-astronómica de dos marcadores teotihuacanos del sitio de petroglifos “Presa de la Luz”, en el municipio de Jesús María, Jalisco, México.** *Silvia Joseline Velázquez García (silvia.garci97@gmail.com), Universidad Tecnológica Fidel Velázquez;*

**Brian León Garcilazo (leon19_28@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias de la UNAM; *Expositor.*

En los alrededores de la presa de La Luz se han localizado más de 600 petrograbados y por lo menos 13 “cruces punteadas” (Esparza y Rodríguez, 2018). Sin embargo, nuestro análisis se enfocará en los marcadores PL 3 y PL 4 que se encuentran labrados en la orilla norte de la presa. Ambas “cruces punteadas” están conformadas por dos semicírculos concéntricos divididos por cuatro brazos. El análisis de la orientación astronómica del marcador PL 3 nos arrojó alineaciones solares para los brazos oriente (30 de marzo y 12 de septiembre) y poniente (5 de marzo y 7 de octubre). Éstas últimas muy cercanas a la familia del 73. Mientras que los brazos del marcador PL 4 señalan fechas astronómicas, equinoccios de primavera y otoño para el brazo poniente, y alineaciones solares (27 de marzo y 14 de septiembre) para el brazo oriente. Este último par de fechas están relacionadas con una cuenta lunar de seis meses o 177 días. Palabras clave: Mesoamérica, Altos de Jalisco, Cruces Punteadas, Arqueoastronomía, Calendario.

Astrofísica - LXV-004695

11:00-13:00 **Simulación de colisión de galaxias con Gadget-4** **Ismael Cuen Galindo (ismaelcueng@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Byron Jesús Encinas Velázquez (byronencinas@gmail.com), Universidad de Sonora;

Alfredo Martín Castañeda Hernandez (alfredo.castaneda@unison.mx), Universidad de Sonora;

Se realiza un análisis comparativo de sistemas cosmológicos a través del uso de la paquetería de Gadget4, en un proceso de colisión de galaxias y la tasa de formación de cuerpos estelares con respecto al tiempo de simulación para diferentes parámetros o condiciones iniciales.

Astrofísica - LXV-004799

11:00-13:00 **Caracterización de la población estelar joven en la región Cygnus-X** *Daniel Segura Pi-*

ña (cdsegura@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Sergio González Barrón (sergioglez@astro.unam.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez;

Mauricio M. Tapia Ibarquengoitia (mt@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Jesús O. Hernández Alarcón (hernandj@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Carlos G. Román Zuñiga (croman@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

**Itzarel Hernández Aburto (itzarelha@astro.unam.mx), Facultad de Física, Universidad Veracruzana; *Expositor.*

A partir de datos de espectroscopía infrarroja obtenidos como parte del sondeo SDSS APOGEE-2, se obtuvieron parámetros físicos (temperatura efectiva, gravedad superficial, abundancia química promedio y velocidades radiales) para un conjunto de varios cientos de estrellas en la región de formación estelar Cygnus-X. Mediante datos de astrometría de precisión obtenidos con el Observatorio espacial Gaia, calculamos propiedades cinemáticas (vector de velocidad) de las fuentes. Mediante datos de fotometría óptica e infrarroja de las misiones Gaia y 2MASS, y mediante el uso de modelos de evolución estelar de presecuencia y secuencia principal, se estimaron parámetros físicos (luminosidad relativa, masa y edad) para un porcentaje mayoritario de las estrellas en la muestra. Finalmente, usando un mapa de emisión de línea en ondas milimétricas ($^{13}\text{CO}(1-0)$ a 110.21 GHz) se realizó un análisis comparativo de la cinemática del gas del complejo molecular de Cygnus-X y de las estrellas observadas en la muestra espectroscópica.

Astrofísica - LXV-004825

11:00-13:00 **Estudio Físico de la Nebulosa Planetaria IC 972** *Lorenzo Olguín Ruiz (lorenzo.olguin@gmail.com), Universidad de Sonora, Campus Universitario, Edificio 3 “I” planta baja. Blvd. Luis Encinas J. y Rosales, Col. Centro, Hermosillo, Sonora. C.P. 83000;*

Luis Felipe Miranda Palacios (lfm3008@gmail.com), Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA-CSIC, Glorieta de la Astronomía s/n E-18008, Granada, España;

Roberto Vázquez Meza (vazquez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, 22800 Ensenada, B.C., México;

**Federico Soto Badilla (fsoto@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, 22800 Ensenada, B.C., México; *Expositor.*

Se realizó un estudio espectroscópico completo de la Nebulosa Planetaria IC 972 utilizando observaciones obtenidas

con el telescopio de 2.1m del Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir (OAN-SPM). En este trabajo presentamos los datos ya procesados y modelados. En la primera parte del trabajo se utilizaron espectros de alta dispersión obtenidos con el espectrógrafo Mezcal (MES), y se presenta un modelado tridimensional utilizando el software SHAPE (Steffen et al. 2011), con la finalidad de obtener la estructura morfocinemática de la Nebulosa. En la segunda parte se hizo uso de espectros de baja dispersión (espectrógrafo Boller & Chivens). El cálculo de parámetros físicos y abundancias se realizó con el software ANNEB (Olguín et al. 2011). Se presenta el estudio completo así como una propuesta de formación de las estructuras del objeto. Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT IN106720.

Astrofísica - LXV-004980

11:00-13:00 **Caracterización de la cinemática de una HVC impactando en el disco Galáctico mediante el uso de las constantes de Oort** **Christian Alejandro Benítez Abarca (c.benitez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.*

Gilberto Carlos Gómez Reyes (g.gomez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

En este trabajo exploramos numéricamente el escenario para la formación del cinturón de Gould consistente en la colisión de una nube de alta velocidad con el disco galáctico. En esta charla se discuten generalidades y resultados del análisis efectuado sobre simulaciones hidrodinámicas de este escenario realizadas usando el código RAMSES. Mediante la creación de partículas de prueba asociadas a regiones de alta densidad en la simulación, encontramos e interpretamos los valores de las constantes de Oort asociadas a la distribución en espacio fase de regiones de formación estelar creadas por la colisión. La cinemática propia de estas regiones puede ser comparada con observaciones de poblaciones estelares presentes en la vecindad solar con el fin de estimar los parámetros de este escenario.

Astrofísica - LXV-005120

11:00-13:00 **Resultados y Tiempos de Máximo de Observaciones Fotoeléctricas de Estrellas Variables Pulsantes** *José H. Peña (jhpena@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - UNAM;*

Itzarel Hernández Aburto (itzarelha@astro.unam.mx), Universidad Veracruzana - Xalapa;

Valeria Quintero Ortega (vquintero@unal.edu.co), Universidad Nacional de Colombia;

Fernanda Martínez Saldaña (fer_saldana_19@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias - UNAM;

Pilar Cuevas Peña (pilarpena2211@gmail.com), Preparatoria No. 7 ENP-UNAM;

Hugo Huepa Cortés (h huepa@astro.unam.mx), Observatorio Astronómico Nacional, IA-UNAM;

**Jorge Eduardo Guillén Tavera (jorge.guillen@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias - UNAM; *Expositor.*

Presentamos un listado de tiempos de máximo de estrellas variables pulsantes. Dichas observaciones se han llevado a cabo en los Observatorios Astronómicos Nacionales de Tonantzintla (TNT) y de San Pedro Mártir (SPM), ambos pertenecientes al Instituto de Astronomía (IA-UNAM) en México, en colaboración con el Complejo Astronómico de Cota Cota, Bolivia (UMSA), y el Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, Honduras (UNAH). El objetivo de este compendio de tiempos de máximo es aportar más datos al estudio de las estrellas variables pulsantes, como en las tipo HADS (High-Amplitude Delta Scuti Stars), Cefeidas y RR Lyr; donde algunas de ellas presentan grandes espacios temporales sin observaciones, mejorando así la determinación de su periodo y en consecuencia contribuir a que se tengan mejores resultados en el análisis O-C. Esta es una motivación por la cual hemos decidido observar continuamente estas estrellas, como parte del trabajo que se realiza en el Grupo de Astronomía Observacional del Observatorio de Tonantzintla (GAOOT), así mismo se le da la oportunidad a los alumnos interesados en participar de manera directa en la adquisición, manejo, reducción y análisis de los datos, con el objetivo final de la obtención del Tiempo de Máximo para cada estrella.

Astrofísica - LXV-005175

11:00-13:00 **Relación entre la distribución espacial de galaxias y el estado dinámico/evolutivo de sus cúmulos** *Johan Zúñiga (jm.zunigacollazos@ugto.mx), Universidad del Cauca;*

César Augusto Caretta (c.augusto@ugto.mx), Universidade Federal do Rio de Janeiro;

**Esteban García Manzanárez (e.garciamanzanarez@ugto.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*

A pesar de que el estudio de los sistemas de galaxias (cúmulos y grupos) ya tiene casi un siglo, aún no existe un modelo consensual para su distribución radial de galaxias, y la relación entre ese perfil con los perfiles del gas intracumular y de materia oscura. Además, como esos sistemas pueden ocupar diferentes estados dinámicos, tendiendo a la virialización pero pudiendo salir de ella por eventos de fusión y acreción con otros sistemas, tampoco se comprende bien cuál es la evolución del perfil radial de galaxias en esos diferentes estados. En este trabajo se estudió la distribución de galaxias en dichos sistemas, utilizando desde perfiles observacionales proyectados en 2D y 1D (radial, azimutal y en el espacio de redshifts) hasta perfiles 3D para sistemas simulados, probando diferentes perfiles teóricos (King, Navarro-Frenk-White, Hernquist, Einasto, Hubble, etc). Los datos observacionales compren-

den una muestra de 70 cúmulos y grupos bien muestreados del Universo local (Caretta et al. 2022), mientras que los datos simulados vienen principalmente del proyecto TNG300-1 (Nelson et al. 2018). Posteriormente se compararon los perfiles obtenidos con distintos indicadores del estado dinámico/evolutivo de estos sistemas, destacando las entropías gravitacional y de la información propuestas por Zúñiga et al. (2022).

Astrofísica - LXV-005197

11:00-13:00 **Estudio de la distribución del flujo multifrecuencia del blazar Markarian 421** *J. Rodrigo Sacahui (jrsacahui@gmail.com), Instituto de Investigación en Ciencias Físicas y Matemáticas, ECFM-USAC, Guatemala;*

Mabel Osorio (jmosorio@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Marisol Castellanos (michii98cas@gmail.com), Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, USAC;

M. Magdalena González (magda@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

**Erick A. Rangel (erick_alejandro_100@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.*

Los blazares son un tipo de Núcleo Galáctico Activo, donde el chorro relativista apunta directamente, o con ángulo muy pequeño, hacia la Tierra. La emisión de estos objetos en casi todas las longitudes de onda, extrema y variable, se ve dominada por la emisión del chorro relativista. El estudio de la variabilidad en el flujo de los blazares es muy importante para conocer la naturaleza de la emisión del chorro. En el presente trabajo se analizó la distribución del flujo del blazar Markarian 421, uno de los blazares más cercanos ($z = 0.03$) y brillantes. Se presenta el comportamiento del flujo en 3 bandas de energía: radio ($\sim 137\mu\text{eV}$) del radiotelescopio Metsahovi, óptico ($\sim 2\text{eV}$) de los observatorios Dall-Kirkham Tuorla de 1.03m y Kunliga Vetenskap-Sakademien y rayos gamma de 20 MeV a 300 GeV de LAT de la misión espacial Fermi, en un período de 13 años. Se encontró que la distribución del flujo en las tres bandas de energía sigue una distribución lognormal, sugiriendo que los procesos subyacentes de la emisión sean de tipo multiplicativo. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320.

Astrofísica - LXV-005238

11:00-13:00 **Trampas de polvo en discos protoplanetarios: inestabilidad de la baroclinia** *Javier Ballesteros Paredes (j.ballesteros@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Manuel Zamora Avilés (mzamora@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Marco Antonio Pérez Rivera (aperez@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

El proceso de formación de planetas en discos protoplanetarios es un problema abierto y de intenso debate en la comunidad astrofísica. Recientemente se ha propuesto que la llamada "inestabilidad de la baroclinia" puede explicar la formación de anillos de polvo en los discos protoplanetarios donde la presencia de planetas no es del todo clara. Dicha inestabilidad es capaz de generar vórtices de gran escala que se sugieren como posibles mecanismos para atrapar y concentrar partículas de polvo y dar origen a planetesimales. Trabajos teóricos previos han encontrado que esta inestabilidad se desarrolla por gradientes de entropía en la configuración vertical del disco durante el asentamiento de los granos sobre el plano medio del sistema. No obstante, estudios previos no han considerado el crecimiento de los granos de polvo, que es un fenómeno crucial en la dinámica de los discos. En este trabajo exploramos mediante simulaciones numéricas el efecto de la "inestabilidad de la baroclinia" en la generación de trampas de polvo considerando el efecto del crecimiento de granos de polvo durante la fase de asentamiento. Presentaré también una comparación de nuestros resultados con observaciones recientes.

Astrofísica - LXV-005318

11:00-13:00 **Propiedades cinemáticas de HH1/2 y su ambiente circundante** *Abel Bernal Bejarle (abel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Margarita Valdez Gutiérrez (mago.valdez@gmail.com), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Isaura Fuentes Carrera (isaura@esfm.ipn.mx), Escuela Superior de Físico-Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional;

Margarita Eugenia Del Socorro Rosado Solís (margarit@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

**José Luis Saucedo Cardeña (jlsaucedo@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Se presentan imágenes de interferometría Fabry-Perot de la región de HH1 y HH2 en las líneas de H alfa y [SII] 6717/6730, por primera vez, de manera simultánea. Esto permite obtener cocientes de línea para determinar el movimiento y otras propiedades físicas de los objetos HH propiamente dichos, así como del ambiente circundante a estos, y la región de fotodisociación conocida como "La Colina". Las mediciones obtenidas son consistentes con regiones chocadas y/o barridas por un viento.

Astrofísica - LXV-005406

11:00-13:00 **X-ray analysis of Seyfert galaxies with polar-polarization** *Anna Lia Longinotti (alonginotti@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*
Elena Jiménez Bailón (elena@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Miriam Eugenia Gudiño Yáñez (megudino@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The Unified Model proposes that the spectral differences observed in the types of Active Galactic Nuclei (AGN) arise from the orientation of the object. In particular, in polarized light, Seyfert galaxies exhibit a series of observational properties that are explained by two scattering regions, equatorial and polar. Under the context of the Unified Model, both regions would be present in all Seyfert types, with polarized light from one region dominating the spectrum according to the orientation towards the line-of-sight. From the optical sample by Schmidt et al, we have selected Seyfert galaxies with polar polarization and with archival XMM-Newton and/or Chandra data. Our aim is to characterize their X-ray absorption properties in the soft band to test if this component traces the two scattering regions (polar vs equatorial) predicted by the polarized model. Our spectral analysis is carried out by applying a model with nested components made by a continuum power law, a soft excess component and neutral and/or ionized absorption. Preliminary results are presented and discussed.

Astrofísica - LXV-005408

11:00-13:00 **Estudio de la formación de cúmulos estelares masivos** *Ary Rodriguez Gonzalez (ary@nucleares.unam.mx), UNAM;*

**Luis Alberto Arcos Rojas (luis.alberto@ciencias.unam.mx), UNAM; *Expositor.*

Las estrellas masivas se forman a la par que grandes asociaciones estelares de objetos masivos. La retroalimentación de las estrellas masivas en forma de fotones y vientos estelares en parte calientan al gas de las nubes donde se forman, pero por otro lado comprimen el gas incrementando la opacidad y propiciando, en algunos casos, la formación de nuevos miembros estelares. En este trabajo nosotros presentamos modelos hidrodinámicos 3D donde se considera el enfriamiento radiativo, a bajas temperaturas ($3 < T < 5000$ K), y atómico altas temperaturas. Nuestros modelos también consideran la evolución dinámica del polvo, lo cual nos permite hacer estimaciones mas precisas sobre la tasa de formación estelar cuando se varían parámetros como, velocidad del viento, radio del cumulo, perfil de distribución de las estrellas, fracción de polvo a gas, etc.

Astrofísica - LXV-005419

11:00-13:00 **Self Organizing Maps: Una estrategia no supervisada para la estimación del corrimiento al rojo fotométrico en grandes censos de galaxias** *Erik Molino Minero Re (erik.molino@gmail.com), INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y EN SISTEMAS;*

Octavio Valenzuela Tijerino (octavio@astro.unam.mx), INSTITUTO DE ASTRONOMÍA;

**Alvaro Callejas Tavera (callejasta@gmail.com), INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y EN SISTEMAS; *Expositor.*

Analizar y reconocer patrones en bases de datos masivas con poca información etiquetada es una tarea compleja hoy en día. Las soluciones propuestas son basadas en algoritmos de aprendizaje que procesan y manejan grandes volúmenes de información de forma eficiente. El término Big Data, se refiere a conjuntos de información muy extensos o complejos que necesitan ser procesados con una infraestructura especializada de hardware y software, debido a que las aplicaciones comunes de procesamiento no son suficientes para su manejo. Este problema abarca muchas áreas ya que se necesita almacenar, visualizar, capturar, buscar y analizar la información de forma eficiente. Un caso de estudio interesante desde el punto de vista computacional es la estimación del corrimiento al rojo de las galaxias tanto individuales como de grupos usando fotometría, ya que los datos generados son masivos y además la selección de las características es complejo por la cantidad de variables que se censadas. Actualmente existen diferentes métodos para estimar el corrimiento al rojo, dentro de las mejores técnicas está la espectroscopia, sin embargo, implica instrumentos astronómicos más complejos y la inversión de tiempo para realizarla de forma masiva resulta inviable, por lo que se utiliza una técnica denominada corrimiento al rojo fotométrico que funciona mediante el conteo de fotones y además requiere de mecanismos menos complejos. Sin embargo, con esta técnica se pierde resolución en la captura de imágenes y parámetros comparado a la espectroscopia. Actualmente se tienen etiquetadas algunas galaxias bien estudiadas con su corrimiento al rojo, no obstante, con los barridos que se realizarán con los nuevos telescopios muchas galaxias no estarán etiquetadas. El siguiente trabajo de investigación se centra en el estudio de datos de astrofísica obtenidos en los censos realizados para estimar el corrimiento al rojo al rojo fotométrico de galaxias.

Astrofísica - LXV-005467

11:00-13:00 **Evidencia de dos zonas de emisión en Makarian 501** *Nissim Illich Fraija Cabrera (nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM.;*

**Edilberto Aguilar Ruiz (eaguilar@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM.; *Expositor.*

EL objeto BL Lac Makarian 501 (Mrk 501) es una de las fuentes extragalácticas de rayos- γ más cercanas a la tierra. Esta propiedad la hace un de los objetos astrofísicos más interesantes para el estudio del fenómeno blazar, aceleración de partículas, y de procesos de emisión de altas energías. Desde su descubrimiento Mrk 501 ha exhibido diferentes estados activos caracterizados por el incremento en el brillo en cortos periodos de tiempo. Durante mayo de 2009, Mrk 501 presentó dos estados activos con un incremento del flujo principalmente en la banda de rayos- γ de muy altas energías. Dichos eventos difícilmente pueden ser explicados con un modelo leptónico y una zona de emisión. En este trabajo, presentamos un modelo leptohadrónico con dos-zonas de emisión para explicar la distribución espectral de energía (DEE) durante mayo de 2009. Nuestro modelo propone una zona de emisión externa que describe el flujo observado que va desde la banda de radio hasta los rayos- γ con energías de GeVs. Mientras que una zona interna es la responsable de la emisión en la banda de muy altas energías, y por lo tanto de los estados activos en dicha banda. Adicionalmente, nuestro modelo sugiere la existencia de un plasma electron-positron que produce los fotones semillas para producir los rayos- γ en dicha zona interna. Finalmente, nuestros resultados ajustan perfectamente los datos de la DEE observado, sugiriendo así la existencia de una estructura del jet más compleja a la comúnmente asumida en blazares.

Astrofísica - LXV-005537

11:00-13:00 EllipSect: Una herramienta de análisis brillo superficial para GALFIT. *Hector Ibarra Medel (hjbarram@gmail.com), Instituto de Astronomía y Ciencias Planetarias, Universidad de Atacama, Chile; Omar López Cruz (omarlx@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica y Electrónica; Omar Ulises Reyes Amador (o.reyes@irya.unam.mx), Instituto de Radio Astronomía y Astrofísica; Emmanuel Ríos López (ri1oemm@gmail.com), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Christopher Añorve Solano (canorve@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*

El análisis de brillo superficial de las componentes estructurales de las galaxias como lo son los discos, barras, bulbos y anillos permite generar nuevos esquemas de clasificación, calcular el potencial gravitacional y comparar con predicciones de simulaciones de formación galáctica. Usando modelos paramétricos para ajustar el brillo superficial de estas galaxias es una manera de estudiar estas componentes. Para esto hay una variedad de diferentes modelos matemáticos para ajustar el brillo superficial de cada una de las componentes individuales de una galaxia. Una herramienta conocida para ajustar modelos bidimensionales de brillo superficial es GALFIT (Peng et al. 2002,

2010). Este programa permite ajustar una gran variedad de funciones estandar tales como los son las funciones Sérsic (Sérsic 1968), de Vaucouleurs (de Vaucouleurs 1948), Nuker (Lauer et al. 1995), Gaussian, entre otros. GALFIT calcula los parámetros de los modelos con sus errores y proporciona un archivo FITS de salida que contiene la imagen original, el modelo y el residuo. Sin embargo, el software no proporciona ninguna herramienta gráfica, ni tampoco información adicional que ayude a comparar la galaxia observada con sus modelos. Debido a esto, hemos desarrollado el código EllipSect en el lenguaje python el cual permite extraer los perfiles de brillo superficial de los archivos de salida de GALFIT. El programa también calcula variables fotométricas que no son directamente calculadas por GALFIT, como lo son el brillo superficial al radio efectivo, radio al 90% de la luz, razón bulbo-total, Radio de Petrosian, radio de Kron, cielo de fondo, etc. Además EllipSect facilita al usuario información adicional que calcula la desviación de las galaxias con su modelo, como lo son el parámetro de Tidal (Tal et al. 2009), Bumpiness (Blakeslee et al. 2006), Akaike Information Criterion (Akaike 1978), Bayesian Information Criterion (Schwarz 1978).

Astrofísica - LXV-005545

11:00-13:00 Estudio fotométrico de los cúmulos abiertos NGC 1502, NGC 2682, NGC 2360 y Czernik 6. *María Eugenia Contreras Martínez (contreras.maru@gmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora;*

William Schuster Bruckert (schuster@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía en Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México;

Lorenzo Olguín Ruiz (lorenzo.olguin@gmail.com), Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora;

**Ricardo Ruiz Hernández (ricardoruiz231996@hotmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.*

Presentamos un estudio de los cúmulos abiertos galácticos NGC 1502, NGC 2682, NGC 2360 y Czernik 6 en base a fotometría CCD en los filtros UBVRI de Johnson-Kron-Cousins y distancias del satélite GAIA. Los datos UBVRI fueron obtenidos en el Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra San Pedro Mártir (OAN-SPM). Los datos de GAIA se obtuvieron del Data Release 3 (DR3). Utilizamos las distancias del catálogo GAIA para determinar la membresía estelar, la distancia promedio y estructura del cúmulo. Empleamos diagramas color-color, (U-B) vs (B-V), y color-magnitud, V vs (B-V), V vs (V-I) y V vs (V-R), para determinar los parámetros físicos: enrojecimiento interestelar E(B-V), metalicidad [Fe/H], distancia y edad. Para derivar E(B-V) utilizamos un método empírico en base a los colores intrínsecos de las Híadas y de estrellas locales calibradas por Schmidt-Kaler (1982). Para

estimar la metalicidad usamos el método $\delta_0.6$ de Sandage (1969) y las calibraciones de Karatas y Schuster (2006). Para estimar las distancias y edades usamos las isócronas de PARSEC (CMD 3.6). En general, las distancias estimadas mediante el ajuste de isócronas a las secuencias de los cúmulos en los diagramas color-magnitud, coinciden razonablemente con las estimadas a partir de los datos de GAIA.

Astrofísica - LXV-005597

11:00-13:00 Espectroscopía óptica de galaxias submilimétricas tenues *Jorge Zavala (jorgea.zavalas@gmail.com), National Astronomical Observatory of Japan;*

Alfredo Montaña Barbano (amontana@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Itziar Aretxaga (itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Luisa Cardona Torres (lucardona@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

En este trabajo presentaremos el análisis de las observaciones espectroscópicas en el rango de 5000 y 10000 Å, y resolución $R=1000$, de 30 galaxias submilimétricas tenues (SMGs, $S_{850\mu\text{m}} \leq 6$ mJy) detectadas en las observaciones profundas del campo Extended Groth Strip a 450 y 850 μm como parte del censo SCUBA-2 Cosmology Legacy Survey. La mayoría de las mismas cuentan con corrimientos al rojo (z) fotométricos. Los datos fueron adquiridos con el espectrógrafo multi-objeto (MOS) OSIRIS en el Gran Telescopio de Canarias con integraciones de ~ 5 horas/objeto. A través de estas observaciones buscamos determinar el redshift espectroscópico de estas galaxias empleando las líneas de emisión más fuertes esperadas para este tipo de galaxias: $H\alpha$ para las SMGs a bajo z ($z < 0.6$), [OIII] para $z < 1$, [OII] para $0.4 < z < 1.7$, y las líneas [CIV] y Lyman α para los z más altos ($2.3 < z < 7$). Además, durante la primera campaña observada logramos identificar una sobredensidad de SMGs a $z \approx 0.7$, lo cual sugiere un posible proto-cúmulo que estaría atravesando una etapa de alta formación estelar. Por lo tanto, también observamos galaxias del catálogo 3D-HST que se encuentran en el campo a z fotométricos similares, con el fin de identificar la estructura y ambiente de este proto-cúmulo.

Astrofísica - LXV-005709

11:00-13:00 EXPLORING THE CONNECTION BETWEEN UCHII REGIONS AND THEIR ASSOCIATED COMPACT RADIO SOURCES *Luscero Uscanga (luscag@gmail.com), Universidad de Guanajuato;*

Miguel Angel Trinidad Hernández (trinidad@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Josep Maria Masqué Saumell (josepmaria.masque@googlemail.com), Universidad de Guanajuato;

**Harold Edinson Viveros Delgado (he.viverosdelgado@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

When the radiation of young massive stars begins to photo-ionize the surrounding medium, it gives rise to the so-called Ultra-compact HII regions (UCHIIs) with typical sizes of ~ 0.1 pc, electron densities of $\sim 10^4$ cm^{-3} , and emission measures (EM) of $\geq 10^6$ pc cm^{-6} . Observations in the Galaxy suggest that massive stars spans about ~ 10 -20 % of its main sequence lifetime in the UCHII stage (few $\times 10^5$ yr), in contrast with a homogeneous expanding Stromgren sphere model ($\sim 10^3 - 10^4$ yr). This inconsistency is known as the lifetime-morphology problem (LMP). To try of explaining the LMP, it has been suggested that there must be neutral material into the UCHIIs being continuously photo-evaporated by the radiation of its the central star(s) (e.g neutral disks, overdensities, etc.), which, in turn, acts as a reservoir gas for them. In special, it has recently revealed the presence of a rich variety of compact radio sources (CRSs) associated with the UCHIIs, very few of them showing natural properties matching those of the UCHIIs (e.g emission from photo-evaporated and shocked gas, gyro-synchrotron radiation from a magnetically-active corona of a young solar type star, gravitationally trapped ionized material, etc). In this work we shall discuss the possible natures of the CRSs found recently by us and how these could explain the LMP in their host UCHIIs.

Astrofísica - LXV-005714

11:00-13:00 Estudio de la evolución temprana de cúmulos estelares Jóvenes en el Complejo de la Rosetta a través de propiedades espectrales, físicas y cinemáticas. *Luis Leobardo Alfaro Avena (lalvaro@uacj.mx), universidad autonoma de ciudad Juarez;*
Itzarel Hernandez Aburto (itzarelha@astro.unam.mx), Universidad Veracruzana, Facultad de física;
Mauricio Tapia (mt@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía sede Ensenada;

Jesús Hernández (hernandj@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía sede Ensenada;

Carlos Román Zúñiga (croman@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía sede Ensenada;

**Sergio González Barrón (sergioglez@astro.unam.mx), universidad autonoma de ciudad Juarez; *Expositor.*

El complejo de la Rosetta es una importante región de formación estelar masiva localizada a menos de 2 kpc, que contiene varios cúmulos estelares jóvenes, y se encuentra en sus primeras fases de evolución. Como parte del sondeo SDSS APOGEE-2, se recolecto una muestra amplia de datos de espectroscopia infrarroja con la cual se determinaron varios parámetros estelares: Temperatura efectiva, gravedad superficial, abundancia química promedio y velocidad radial. También utilizando modelos de evolu-

ción estelar, se estimaron propiedades físicas de las fuentes (luminosidad relativa, masa y edad). Estos datos fueron complementados con datos de las propiedades cinemáticas obtenidas por observaciones de astrometría de precisión por parte del telescopio espacial Gaia. De este modo, fue posible realizar un estudio muy completo de la población de estrellas jóvenes en el complejo. A partir de la velocidad radial y tangencial se realizó un análisis estadístico con el cual se distinguen hasta 5 grupos cinemáticos. Haciendo uso de un mapa de emisión milimétrica de la línea 12 CO(3-2), pudimos hacer un análisis comparativo de las propiedades cinemáticas de las estrellas y de la nube en la que se formaron.

Astrofísica - LXV-005800

11:00-13:00 Simulaciones Cosmológicas con Materia Oscura Generalizada *Oscar Mario Martínez Bravo* (*oscar.martinezb@correo.buap.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; *Ana Aurelia Avilez López* (*ana.avilezlopez@correo.buap.mx*), University of Nottingham; *Erick Munive Villa* (*erick.munive@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; **Jessica N. López Sánchez* (*jessica.lopezsan@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; **Expositor.*

En este trabajo se estudian poblaciones de Grupos Compactos de Hickson a partir de simulaciones cosmológicas en el contexto del modelo de Materia Oscura Generalizada (GDM). En este modelo, la materia oscura se describe como un fluido con tres funciones libres: la velocidad del sonido, la viscosidad y la ecuación de estado. En este trabajo se estudian 3 escenarios distintos de GDM asociados a valores fijos de las funciones libres los cuales se estiman de acuerdo a observaciones del CMB y LSS en el régimen lineal. En estos escenarios el modelo es muy cercano a CDM y por tanto, es válido desprestigiar efectos colisionales, sin embargo, se presenta un corte en el espectro de potencias inicial, el cual tiene efectos en la formación de estructuras a pequeñas y medianas escalas en el régimen no lineal. En este trabajo se estudian dichos efectos a través de simulaciones cosmológicas de N-cuerpos. A partir de los datos de las simulaciones, se generaron catálogos de galaxias (“mock catalogues”) con los cuales se clasificaron Grupos Compactos de Hickson (HCGs). Para ello se creó un algoritmo de clasificación que considera medidas de referencia de los HCGs observados. Estos últimos, son agrupaciones de entre 4 y 10 galaxias dentro de una región compacta en comparación con el tamaño de las galaxias miembro, estos sistemas se caracterizan por tener una dispersión de velocidades y densidad altas. El estudio de estos sistemas resulta interesante para estudiar las propiedades de la materia oscura a medianas escalas en estructuras dinámicamente activas. Por consiguiente, analizaremos algunas de las propiedades geométricas e intrínse-

cas de dichas agrupaciones en los diferentes escenarios de GDM y CDM. Asimismo, se presentará una comparación entre modelos y con las observaciones, lo que involucra el conteo de grupos y los diferentes mecanismos de aglomeración presentes en las poblaciones de estos sistemas.

Astrofísica - LXV-005869

11:00-13:00 Dinámica de las auroras polares en Júpiter *Alejandro García Torres* (*rophten@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; **Janis Miroslava Venegas Serrano* (*janisvenegas23@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; **Expositor.*

En este proyecto de investigación se describirá la física detrás de las auroras polares en el planeta Júpiter apoyado en la información que ya poseemos sobre estos bellos fenómenos en la Tierra. Además, analizaremos los procesos electrodinámicos de su formación, la distribución del campo magnético Joviano, la composición y los colores de las auroras, las cargas provenientes del Sol y de Ío (uno de los cuatro satélites principales de Júpiter). Por último, se mencionará sobre los instrumentos de monitoreo del clima espacial de Júpiter que nos ayudan a tener un mejor entendimiento del tiempo en el gigante gaseoso.

Astrofísica - LXV-005906

11:00-13:00 Detección de vientos Ultra Rápidos en la Galaxia Narrow Line Seyfert 1 Mrk 110. *Anna Lia Longinotti* (*alonginotti@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria; *Yair Krongold Herrera* (*yair@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria; **Omar Isaac Segura Montero* (*osegura@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria; **Expositor.*

Los vientos impulsados para los Núcleos Activos Galácticos (AGNs) son uno de los mecanismos fundamentales por el cual el agujero negro supermasivo interactúa con su galaxia anfitriona. Reportamos el estudio de vientos subrelativistas observados en la galaxia Narros Line Seyfert 1 Mrk 110, con un total de 275 ks de observación del satélite XMM-Newton. Dichos vientos se detectan como líneas de absorción en espectros de rayos-x en alta resolución por el espectrógrafo RGS (Reflection Grating Spectrometer) correspondientes a iones de C, N, O, Ne y Fe. Las líneas identificadas muestran por lo menos 2 UFOS (Ultra Fast Outflows) con velocidades de 40800 km/s y 12800 km/s respectivamente, además su estado de ionización y densidad columnar son significativamente menores a los observados en UFOs altamente ionizados.

11:00-13:00 Modelos de galaxias de la muestra THINGS Dario Núñez Zúñiga (nunez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; Maritza Lara López (maritza.lara.lopez@gmail.com), Universidad Complutense de Madrid; Omar López Cruz (omarlx@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Mayra Mabel Valerdi Negreros (mabel.astro@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

En este trabajo presentamos modelos de una muestra de galaxias en 3 bandas (ultravioleta, óptico e infrarrojo). Los modelos se realizaron con Galfit que es una herramienta para extraer información sobre galaxias, estrellas, cúmulos globulares, discos estelares, etc., mediante el uso de funciones paramétricas para modelar objetos tal como aparecen en imágenes digitales bidimensionales (en nuestro caso imágenes de GALEX, SDSS y 2MASS). En su uso más simple, Galfit permite ajustar un modelo elipsoide a perfiles de luz en una imagen. Este trabajo es parte de un proyecto mayor que tiene como objetivo estudiar los gradientes de metalicidad en la muestra de galaxias THINGS (por sus siglas en inglés "The H I Nearby Galaxy Survey"). Los resultados de nuestros modelos, nos permitirán usar parámetros como el radio efectivo, el ángulo de inclinación, entre otros, para estudiar los gradientes de metalicidad en cada una de las galaxias.

Astrofísica - LXV-006066

11:00-13:00 Blázares detectados por Fermi-LAT como progenitores de neutrinos de altas energías. Antonio Marinelli (antonio.marinelli@na.infn.it), Istituto Nazionale Di Fisica Nucleare, Naples.; Edilberto Aguilar Ruiz (eaguilar@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM.; Nissim Illich Fraija Cabrera (nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM.; *Edwin Antonio Galván Gámez (agalvan@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM.; *Expositor.

A más de un siglo de su detección por Victor Hess, el origen de los rayos cósmicos de altas energías ($E > 10^{17}$ eV) permanece en debate. Los Núcleos Activos de Galaxias (NAGs) son potenciales candidatos para poder acelerar rayos cósmicos hasta estas energías. La señal de estos aceleradores estaría compuesta por un flujo de rayos gamma ($E_\gamma > 1$ GeV) y de neutrinos ($E_\nu > 1$ TeV) de altas energías. La detección del neutrino IceCube-170922A marcó un presente en la astronomía moderna. Está señal detectada por el observatorio de neutrinos IceCube, produjo una intensa campaña de observaciones realizadas por telescopios terrestres y satélites en distintas frecuencias electromagnéticas en la dirección de arribo del neutrino.

Dicha búsqueda localizo al blázar TXS 0506+056 dentro de la región de incertidumbre del neutrino, el cuál se encontraba en estado de *flare* en multifrecuencias, que van desde el radio hasta rayos gamma ($E_\gamma \sim 100$ GeVs). Esta detección en coincidencia temporal con una fuente electromagnética en estado de *flare* correspondió a la primera en asociar a los blazares con estas partículas. En este trabajo, estudiamos blazares que emiten en rayos gamma (50 MeV - 1 TeV) reportados en el cuarto catálogo de NAGs del instrumento LAT, el cual cubrió 10 años de operaciones, y además que se encuentren dentro de la región de incertidumbre de la detección de neutrinos detectados por IceCube. Estimamos el flujo de neutrinos que pueden producir estas fuentes y calculamos el número de neutrinos que podrían ser detectados en un observatorio de neutrinos con un volumen de 1 km^3 .

Astrofísica - LXV-006073

11:00-13:00 Estudio de los efectos del campo magnético en la distribución de presiones térmica y magnética en el gas atómico neutro con propiedades similares a la vecindad solar. Adriana Gazol Patiño (a.gazol@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Ihaly Eréndira García Gómez (ihaly21@gmail.com), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.

El gas atómico neutro se caracteriza por tener una estructura multifásica, se encuentra predominantemente segregado en dos fases: frío (CNM) y tibio (WNM). El comportamiento bifásico del gas atómico neutro se debe al desarrollo de la inestabilidad térmica. En este trabajo se muestra un modelo o predicción para la distribución de presión térmica y magnética en la fase fría del medio atómico neutro con propiedades similares a la vecindad solar en presencia de campo magnético. Para esto se calcularon y analizaron histogramas para la presión térmica y magnética del gas resultantes de simulaciones numéricas que modelan el gas atómico neutro. En los histogramas de presión térmica se observaron variaciones sistemáticas con el aumento del campo magnético inicial, B_0 , para la parte de altas presiones. Mientras que en los histogramas de la presión magnética, los picos del histograma se desplazan respecto a la presión magnética inicial. Con el aumento de B_0 , el desplazamiento del pico disminuye. Además, se ajustó a los histogramas una PDF GME (Gaussiana Modificada Exponencialmente). La forma de la distribución GME se puede describir a través de un parámetro, k , que cuantifica la importancia relativa de las contribuciones gaussianas y exponencial. El análisis de este parámetro dio como resultado ajustes más exponenciales para la distribución de la presión térmica y ajustes más gaussianos para la presión magnética. Finalmente se encontró que para las distribuciones de presión térmica del gas más frío, $T < 100$ K, el parámetro k aumenta al incrementarse B_0 , por lo que podría usarse como una forma indirecta de me-

dir la intensidad del campo magnético. De esta manera, dada una distribución de presión térmica observada en una región fría, a la cual se ajusta una función GME para determinar el parámetro k , se podría obtener el valor de la presión magnética correspondiente.

Astrofísica - LXV-006130

11:00-13:00 **Herramientas de visualización para caracterización de eyecciones de masa coronal (CME)** Rosa Tatiana Niembro Hernández (*tatiana@igeofisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Alejandro Lara Sánchez (*alara@igeofisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Jose Angel Resendiz Aviles (*angelr4a1@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

La observación de la corona solar en luz blanca requiere de telescopios especiales llamados coronógrafos, que ocultan el disco solar impidiendo que el brillo de la fotosfera llegue al observador. Estas imágenes digitales contienen la información del brillo integrado a lo largo de la línea de visión en cada uno de los píxeles que la conforman y de estos se requiere encontrar las características de las estructuras observadas en función del tiempo. En este trabajo abordamos varias preguntas que surgen del análisis de dichas observaciones: ¿Cómo puede caracterizarse una estructura 3D a partir de una imagen de dos dimensiones? ¿Qué propiedades de dichas estructuras pueden obtenerse a partir de estas observaciones? Además, en este trabajo se exponen algunos de los procedimientos para obtener las propiedades de estructuras coronales y algunas de las herramientas para visualizar los datos.

Astrofísica - LXV-006137

11:00-13:00 **Explosive ejections generated by gravitational interactions** Jorge Alberto Osorio Caballero (*acaballero97@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares;

Luis Alberto Zapata González (*l.zapata@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Jorge Cantó (*pedro-ruben.rivera-ortiz@univ-grenoble-alpes.fr*), Instituto de Astronomía;

Ary Rodríguez González (*ary@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares;

*Pedro Ruben Rivera Ortiz (*p.rivera@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.

En las regiones más densas de las nubes moleculares masivas se espera que ocurran encuentros cercanos de objetos protoestelares jóvenes. Recientemente, los flujos explosivos han sido asociados a estos encuentros, pero su duración y sus efectos dinámicos aun no son comprendidos. Como una primera aproximación, analizamos la interacción de un objeto estelar masivo que se mueve a alta velo-

cidad hacia un cúmulo de partículas con masa en órbitas estables. Hemos encontrado que las condiciones de escape de la distribución después del encuentro se relacionan con la masa y la velocidad de la estrella y con la masa y el parámetro de impacto de cada partícula, destruyendo el cúmulo con una dispersión de velocidad que muestra características explosivas. Comparamos el modelo analítico con simulaciones numéricas y, finalmente, aplicamos nuestros resultados a los dedos de Orión de la región Orión BN/KL, que muestra un flujo explosivo que pudo ser producido por una interacción gravitacional como la analizada en este trabajo.

Astrofísica - LXV-006170

11:00-13:00 **On the metal content of highly accreting quasars** Paola Marziani (*paola.marziani@inaf.it*), Osservatorio Astronomico di Padova - Istituto Nazionale di Astrofisica;

Castalia Alenka Negrete Peñaloza (*alenka@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México;

*Karla Garnica Luna (*kgarnica@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

We present an analysis of UV spectra (SDSS DR12) of quasars at intermediate redshifts ($z \approx 2$) believed to be accreting at high rate, extreme Population A quasars according to Marziani & collaborators, aimed to estimate the chemical abundances of the broad line emitting gas. We follow the approach described in Sniegowska et al. (2021), but extending their sample from 13 to 42 sources. The basis of our analysis are multi-component fits made with the IRAF specfit routine in three regions of the spectra centered at 1900, 1550 and 1400 Å in order to deblend the broad components of Al III, C III], C IV, He II and Si IV + O IV] and the blue excess of the features. With these results we estimated 1) the metal content, comparing observational flux ratios with synthetic flux ratios from CLOUDY simulations (for fixed and relaxed parameters) and 2) correlation between diagnostic ratios and physical parameters.

Astrofísica - LXV-006174

11:00-13:00 **”Estudio de galaxias barradas de alto y bajo brillo superficial en la simulación cosmológica IllustrisTNG”** Luis Enrique Pérez Montaña (*l.perez@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM;

Yetli Rosas Guevara (*yetrog@gmail.com*), Donostia International Physics Center;

Bernardo Cervantes Sodi (*b.cervantes@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM;

*Karol Angélica Chim Ramírez (*k.chim@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM; *Expositor.

En este trabajo estudiamos la presencia de barras estelares en galaxias de bajo brillo superficial (LSBs por sus siglas en inglés) en contraposición de galaxias de alto brillo superficial (HSBs), empleando la simulación cosmológica TNG100 del proyecto IllustrisTNG. La muestra se compone de 4,224 galaxias de disco a $z = 0$ en un rango de masas de entre 10^{10} y $10^{11.5} M_{\odot}$. Al segregar la muestra entre galaxias LSBs y HSBs se encuentra que la fracción de LSBs barradas es del 24%, menor al 28 % que se encuentra para el caso de HSBs. A masas menores a $10^{11} M_{\odot}$ encontramos que la fracción de galaxias barradas es siempre superior para la muestra HSBs que para la muestra de LSBs, con una inversión a altas masas. Analizando diferentes parámetros que pudieran estar provocando esta diferencia en la fracción de galaxias barradas, exploramos el efecto que tiene el parámetro de espín, la fracción de masa en gas y la fracción de bulbo total. Encontramos que a bajas masas la diferencia de la fracción de galaxias barradas entre LSBs y HSBs se debe a que las LSBs tienen sistemáticamente valores mayores del parámetro de espín y una fracción de gas mayor que las HSBs, siendo ambos parámetros supresores de la formación/crecimiento de barras. A altas masas, la fracción de galaxias barradas es mayor para el caso de LSBs debido a que éstas tienen una fracción de bulbo menor que las HSBs, lo que favorece la presencia de barras en este tipo de galaxias.

Astrofísica - LXV-006189

11:00-13:00 Galaxy Maquila: la estructura del bulbo y el disco de la galaxia NGC 3938 Dario Núñez Zúñiga (*nunez@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares Universidad Nacional Autónoma de México;

Fitsum Woldegerima Beyene (*fitsewgerima@gmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Marco Cabello López (*el.cabello1@gmail.com*), Universidad de Sonora;

Emmanuel Ríos López (*riioemm@gmail.com*), Instituto de Astrofísica de Canarias;

Mayra Mabel Valerdi Negreros (*mabel.astro@gmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Omar López-Cruz (*omarlx@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

*Angélica Moreno Ortega (*angieeemo@gmail.com*), Benemérita Universidad de Puebla; *Expositor.

Hemos seleccionado la galaxia en proyección en planta de la galaxia Sc NGC 3938, Hemos ajustado el brillo superficial del disco y el bulbo de esta galaxia usando las funciones Sérsic + *Edge-on disk* del programa GALFIT aplicado a datos del catastro 2MASS. los datos cinemáticas

los hemos tomado de la literatura. Deseamos explorar la dispersión de velocidades del disco en la dirección vertical (z) y la masa del disco.

Ciencias de la Tierra - LXV-004737

11:00-13:00 Filtración de aguas Grises (agua de lavadora) con carbón activado. Alvaro Zamudio Lara (*azamudio@uaem.mx*), CENTRO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS;

Marina Vlasova (*vlasovamarina@inbox.ru*), CENTRO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS;

Omar Palillero Sandoval (*omar.palillero@uaem.mx*), CENTRO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS;

J Jesus Escobedo Alatorre (*jescobedo@uaem.mx*), CENTRO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS;

Abigail Parra Parra (*abigail.parra@uaem.mx*), CENTRO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS;

Pedro Antonio Marquez Aguilar (*p.marquez@uaem.mx*), CENTRO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS;

Uriel Agustin Moreno Sotelo (*uriel.moreno@uaem.mx*), CENTRO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS;

*Jorge Arturo Carreño García (*jorge.carreno@uaem.mx*), CENTRO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS; *Expositor.

Este proyecto consiste en el diseño de un sistema de tratamiento de agua para instalarse en lavadoras. El diseño se enfoca en aprovechar y reutilizar el agua de la lavadora después de cada ciclo de lavado a través del uso de carbón activado, mismo que incluye un sistema de reactivación del mismo. Evitando así el desperdicio del agua.

Ciencias de la Tierra - LXV-005155

11:00-13:00 Estudio comparativo de las condiciones de evolución molecular de la Tierra primitiva y los posibles paralelismos con Titán Alejandro Heredia Barbero (*aheredia@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

Alicia Negrón Mendoza (*negrón@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

Claudia Consuelo Camargo Raya (*camargo@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

*Karina Rosario Ortiz-Leyra (*kary.ortiz@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.

Las condiciones reportadas por la misión Cassini-Huygens en Titán (Norman, 2011) han sido comparadas con las condiciones de la Tierra primitiva. Estos estudios conducen a que, posiblemente Titán en un marco de evolución

molecular, pudo ser semejante a la terrestre. Para que en Titán ocurra una evolución molecular debemos tomar en cuenta factores relevantes como la presencia de criovulcanismo, un ciclo químico del metano, presencia de fuentes energéticas. Si se considera que, a partir del experimento de Urey-Miller hay una gran posibilidad de síntesis de moléculas relevantes para la vida en distintas partes del universo, como la formación de aminoácidos como la glicina y otros compuestos de interés prebiótico aún en condiciones extremas de temperatura y de radiación entonces podemos estimar que estos procesos de evolución molecular pudieron reproducirse en Titán. Bajo esta perspectiva, este trabajo tiene como objetivo estudiar las posibles condiciones de ensamblamiento de la glicina y si se ven modificadas por la interacción con minerales como espato de Islandia (carbonato de calcio/calcita), mineral encontrado en Titán. La glicina pudo formarse a partir del acetonitrilo, presente en la atmósfera de Titán (Cleaves II, 2014) al interactuar con radiación ionizante (Ramirez, 2005). La presencia de metano y acetonitrilo en Titán favorecerían reacciones conducentes a la síntesis de moléculas de relevancia en la vida. Para llevar a cabo este objetivo se realizaron simulaciones experimentales y computacionales. Basado en el escenario mencionado, los resultados permiten apoyar que Titán sea considerado como un laboratorio prebiótico similar al desarrollo de la Tierra. Agradecimiento al programa DGAPA-PAPIIT-IN205522.

Ciencias de la Tierra - LXV-005256

11:00-13:00 **Incendios en la Sierra Madre Oriental en la última década: récord en el año 2021 y su efecto en la calidad de aire en Monterrey** Adriana Ipiña Hernández (iphadra@gmail.com), Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR); Rubén Piacentini (ruben.piacentini@gmail.com), Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR); *Karen Giselle López Cárdenas (kgiselle02@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas (Universidad Autónoma de Nuevo León); *Expositor. Martín Freire (martinf2311@gmail.com), Facultad Regional Rosario (Universidad Tecnológica Nacional), Facultad de Química e Ingeniería (Universidad Católica Argentina); Giovanni Gamaliel López Padilla (giovannilopez9808@gmail.com), Centro de Investigación en Matemáticas; La contaminación del aire es un problema que va en aumento junto al crecimiento demográfico. El material particulado (PM) proviene en general de la fotoquímica atmosférica, los combustibles fósiles, las industrias, los vehículos, las erupciones volcánicas, la ganadería (mediada por la quema de pastizales) e incendios forestales. Estos últimos han generado un gran impacto a nivel global, agudizando la mala calidad del aire en muchas regiones urbanas. En marzo del 2021 tuvo lugar un incendio forestal en la Sierra Madre Oriental, alcanzando el humo a dos grandes

ciudades de México, Saltillo y Monterrey. En este trabajo se analizaron las concentraciones del material particulado fino y grueso (PM_{2.5} y PM₁₀) medidas por las estaciones del Sistema de Monitoreo Ambiental de Nuevo León, en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM). El 18 de marzo de 2021 se registró un promedio diario máximo de PM₁₀ cercano a los 200 µg/m³. Para analizar la dispersión de las partículas emitidas por la quema de biomasa, se empleó el modelo HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory). Se verificó la dinámica de concentraciones de PM medidos in situ, en condiciones normales y durante los incendios. Para el estudio de la aparición y la propagación de los focos de incendios, se utilizaron las mediciones realizadas por los instrumentos satelitales VIIRS-Suomi/NASA. El conteo de focos de incendios reveló que durante la última década el récord histórico se registró en el año 2021 para esta región. Los resultados del modelo permiten explicar el aumento de la concentración de PM₁₀ en toda el AMM, los días previos al máximo mensual registrado.

Ciencias de la Tierra - LXV-005706

11:00-13:00 **Determinación del comportamiento de voltaje de una solución a base cloruro de sodio y sal mar adicionados con biomelanina para la construcción de una biobatería.** Agustino Martínez Antonio (ama@biosintetica.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Irapuato; Jorge Luis Camas Anzuetto (jcamas@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Carlos Alberto Megchum Ruedas (cmegchum@hotmail.com), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Nancy Abril Martínez López (abril.m.l.1095@gmail.com), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor. En esta investigación se estudiará el comportamiento de voltaje de dos soluciones compuestas, las cuales constan de una solución a base de sal de mar con biomelanina y una solución de cloruro de sodio con biomelanina, ambas a diferentes concentraciones. Los experimentos serán realizados con ayuda de un material absorbente como puente, en donde se conectará un ánodo y un cátodo en cada uno de los extremos del puente, el comportamiento del voltaje será medido durante un cierto tiempo, en donde se podrá observar la variación que el voltaje tiene con respecto al tiempo de monitoreo. Los resultados de esta investigación demostrarán el comportamiento del voltaje de las soluciones de sal de mar y cloruro de sodio a una cantidad específica de biomelanina.

Ciencias de la Tierra - LXV-006112

11:00-13:00 **Vertical distribution of 226Ra concentration in representative soil from Lima, Peru and its relationship with granulometric fractions** Daniel Palacios Fernandez (*dpalaciosf@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú; Patrizia Pereyra Anaya (*ppereyr@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú; Maria Elena Lopez Herrera (*mlopez@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú; Cesar Guevara Pillaca (*cesarj.guevara@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú; *Luis Vilcapoma Lázaro (*lvilcapoma@pucp.edu.pe*), Pontificia Universidad Católica del Perú; *Expositor.

226Ra is usually found in soil, water, rocks, plants, and foods at low concentrations that do not affect humans. However, there are places where its concentration can generate exposure doses that surpass allowed limits and may constitute health risks. 226Ra is the parent of gaseous 222Rn, another radioactive element that is highly harmful to health. 222Rn concentration in soil gas depends on chemical and physical parameters such as radium concentration, permeability, moisture, and grain size. In this work, a study was carried out on the vertical distribution of 226Ra in representative soil of San Miguel District, Lima, for which a trial pit with a depth greater than 1 m was made and soil samples were taken every 20 cm. The samples were prepared for their use in granulometry studies and for estimating the 226Ra concentration by gamma spectrometry, which made it possible to relate the 226Ra content to soil depth and granulometric fractions. The results contribute to a better interpretation of the spatial and temporal variations of 222Rn concentration in soil pores and its relationship with the occurrence of seismic events.

COVID-19 - LXV-005211

11:00-13:00 **Simulación basada en agentes sobre propagación para Sars-Cov-2 y su trazabilidad en micro espacios de centros de trabajo** Héctor Medel Cobaxin (*hmedel@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Luis Enrique Beltrán Martínez (*lebm2000@outlook.com*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Luis Antonio Urenda Zacarías (*antoniourenda98@gmail.com*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

En este trabajo se presenta el análisis de un modelo de dinámica de infección debido al SARS-COV-2 en un micro ambiente, específicamente en instalaciones educativas. Usando la simulación computacional basada en agentes, se desarrolla un modelo donde se estudian diferentes escenarios, de rutinas y horarios, para el rastreo de los espacios donde se encuentran las interacciones efectivas entre los agentes. Esto considerando parámetros de contagio y

propagación de un virus como lo es el SARS-COV-2. Se busca crear una simulación tan realista como sea posible, por lo que, en el modelo es posible probar diferentes escenarios y así evaluar el "qué pasaría si" en ciertos escenarios que de otro modo requerirían experimentos poco prácticos y, potencialmente poco éticos, ya que al buscar el delicado equilibrio entre la seguridad y el regreso a la normalidad de manera segura se toma como prioridad el bienestar general de las personas. Como resultado del análisis en este estudio se presentan resultados estadísticos del modelo considerando las diferentes probabilidades de riesgo de contagio en situaciones distintas como con el uso o no de cubrebocas en los recintos y la implementación de pruebas aleatorias para contener la propagación. La vacunación es considerada como factor de inmunidad temporal. Es importante considerar instituciones educativas ya que representan una medida de la diversidad de la población, se puede tener un control sobre los individuos y en consecuencia permite hacer modelos contenidos de la dinámica de contagios. Además, son sitios que requieren la implementación de medidas de control. Con la correcta ejecución de las combinaciones óptimas de medidas de control generadas por las simulaciones se espera mejorar la seguridad y productividad en una institución educativa con base en resultados demostrados y comprobados estadísticamente, con oportunidades de impacto social tanto en el sector público como privado.

COVID-19 - LXV-005788

11:00-13:00 **Estudio de la frecuencia de goteo de una llave lavatrastes de cocina como una actividad del Laboratorio 'Portable' usada durante el periodo de aislamiento por COVID-19.** Adrián Arturo Huerta Hernández (*adrian.huerta@gmail.com*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

Miguel Angel De Jesus Pintor Vivanco (*zs18011653@estudiantes.uv.mx*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

Miguel Koltieniuk Mares (*zs17012465@estudiantes.uv.mx*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

*Melissa Yaeth Paredes Cabrera (*zs19013380@estudiantes.uv.mx*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA; *Expositor.

En el presente trabajo mostramos los resultados de un estudio de la frecuencia de goteo de una llave lavatrastes de cocina a la cual se le retiró el aireador con objeto de tener mayor control del flujo agua, i.e. la cantidad de agua que fluye por unidad de tiempo. Nuestros resultados confirman el comportamiento caótico de la frecuencia de goteo al aproximarse al flujo crítico. Se propuso esta actividad como una experiencia didáctica que se integra a las actividades del Laboratorio de Materiales Blandos 'Portable' en la sección de Termodinámica en la Cocina de la Facultad

de Física de la Universidad Veracruzana el cual se usó durante el periodo de aislamiento por COVID-19, las cuales pueden continuar usándose en otros escenarios a distancia, principalmente por los estudiantes de servicio social del laboratorio.

Dinámica de Fluidos - LXV-004509

11:00-13:00 **Análisis de señales de sonido con Python3** *Roxana Mitzayé Del Castillo Vázquez (roxanadelcastillo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México;*
**Alberto Vazquez Naranjo (alberto75@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Alberto Vazquez Naranjo (alberto75@ciencias.unam.mx), Roxana Mitzayé del Castillo Vázquez (roxanadelcastillo@ciencias.unam.mx). Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM. En este trabajo se reportan señales de audio grabadas de un flujo de burbujas de aire en agua. Se obtuvieron tres regímenes de flujo, bajo-0.177 psi, medio-0.192 psi y alto-0.206 psi, y sus señales de audio fueron grabadas usando un elemento piezoeléctrico (CPT-1762-90SM) conectado a una tarjeta de sonido externa (USB-UGREEN Stereo Sound Card, Shenzhen-China). El análisis de las señales acústicas consistió en determinar su forma de onda, espectro de frecuencias y sonogramas empleando códigos abiertos programados en el lenguaje de programación de alto nivel Python3. En específico se usaron las librerías: Matplotlib, Numpy, Librosa y Scipy. Los resultados indican que el software libre es una buena opción para el análisis de este tipo de señales y con grandes expectativas a futuro.

Dinámica de Fluidos - LXV-005264

11:00-13:00 **Caracterización de metales líquidos en configuración de MBH** *Elizeth Ramírez Álvarez (elizethra@yahoo.com), Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas;*
Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;
Christian Iván Enríquez Flores (chrienri@yahoo.com.mx), Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas;
**Rigoberto Pérez Pérez (rigobertopzpz01@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

La gota de mercurio palpitante, MBH por sus siglas en inglés, es un oscilador químico-mecánico que consiste en colocar una cantidad de mercurio líquido en un vidrio de reloj y sumergirlo de un electrolito para posteriormente poner en contacto a la superficie de la gota con un material conductor para dar inicio con los latidos del mercurio. Las investigaciones reportaron que estas pulsaciones o contracciones se deben a la reacción superficial que modifica la tensión superficial del mercurio. Sin embargo esta

explicación no es suficiente para la variedad de dinámicas que el mercurio exhibe siendo aún tema abierto el entender el fenómeno detrás. Recientemente ha aumentado el interés por el entendimiento del comportamiento de metales líquidos a T ambiente no solo del mercurio sino de otros metales puros o mezclas con menor riesgo para su manipulación por sus potenciales propiedades como materiales de contacto. En este trabajo se presenta la caracterización de la dinámica de la gota de mercurio en su configuración clásica así como controlada con potencióstato para posteriormente caracterizar y comparar el experimento con otros dos metales líquidos de interés como son el galio y una aleación de galio-indio.

Dinámica de Fluidos - LXV-006186

11:00-13:00 **Análisis de sistemas PCR de convección libre y cinética de las reacciones mediante modelos espacialmente dependientes** *Aldo Yair Tenorio Barajas (aldoyair.tenoriobarajas@viep.com.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*
**Luis Carlos Olivares Rueda (luis.olivaresr@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
Claudia Oliva Mendoza Barrera (cmendoza@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
Víctor Manuel Altúzar Aguilar (valtuzar@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés) es una técnica ampliamente utilizada para diagnóstico molecular debido a su alta sensibilidad ya esta genera copias de fragmentos específicos de cadenas de ADN sometiendo a ciclos térmicos soluciones de nucleótidos y enzimas. Una variante de la PCR es la PCR de convección libre la cuál genera flujos en el fluido debido a gradientes de temperatura constantes producidos por un sistema de control de temperatura pasivo donde se mantienen extremos del dispositivo a temperatura constante. Esta variante de la PCR separa espacialmente las distintas fases de la prueba, permite reduce los tiempos de realización de la prueba, abarata costos debido a la simplificación del termo ciclado y es más simplifica el diseño y construcción de sistemas que realicen esta prueba. Mediante análisis por elementos finitos son simulados distintos sistemas PCR de convección libre y optimizados para generar gradientes de temperatura ideales que generen flujos que permitan una mayor eficiencia para el transporte de especies y cinética de las reacciones mediante modelos espacialmente dependientes.

Enseñanza - LXV-004542

11:00-13:00 Descripción y análisis de potenciales en Mecánica usando los Principios de Maupertius y Hamilton *Marco Antonio Xochipa Rodríguez (marcoxr@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

María Del Rocío Camacho Morales (rocio.camacho@anu.edu.au), Nonlinear Physics Centre, Research School of Physics and Engineer, Australian National University;

Se describe y desarrolla algunos potenciales mecánicos usando el Principio de Maupertius así como el Principio de Hamilton; mostrando la características que se obtiene al cada principio (con energías fijas y con tiempos fijos respectivamente), además diferencias y puntos en común de estos resultados en los potenciales revisados. Para esto se revisan las condiciones de los valores estacionarios de la acción de estos, usando trayectorias dónde se obtengan "extremales" (puntos silla o mínimos). Con las características variacionales de la acción en el Principio de Maupertius y el Principio de Hamilton se describe el significado de los resultados de los "extremales" obtenidos de cada uno de estos principios en los potenciales que se estudian.

Enseñanza - LXV-004746

11:00-13:00 Líneas de potencial y campo eléctrico de un dipolo físico en presencia de un campo eléctrico externo Jorge Mauricio Paulín Fuentes (mauriciopaulin@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;

Eduardo Ander Quintero Sánchez (ander_quintero_9@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

*Andrés Alberto Góngora Ramos (alberthg.ramos@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

En el presente trabajo se realizó un análisis teórico del comportamiento un dipolo físico dentro de un capacitor de placas paralelas. Usando los polinomios de Legendre se determinaron las expresiones generales para el potencial y campo eléctrico del dipolo, cuando el punto de observación se encuentra cerca y lejos del mismo. Con esto, determinamos el potencial y campo eléctrico en presencia de un campo eléctrico externo perpendicular y paralelo al eje del dipolo. Usando el lenguaje de programación Python se obtuvieron graficas de las líneas del campo eléctrico y el potencial que muestran la deformación y la intensidad del campo resultante.

Enseñanza - LXV-004832

11:00-13:00 Cristalización a partir de una solución sobresaturada como ejemplo de evolución hacia el equilibrio termodinámico de un sistema metaestable Amir Darío Maldonado Arce (amir.maldonado@unison.mx), Universidad de Sonora;

Rodolfo Armando Jaramillo Ruiz (rodolfo.jaramillo@outlook.com), Universidad de Sonora;

*Miguel Ángel Guerrero Espinoza (24mikeguerrero@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.

Los sistemas en estados metaestables dan lugar a tópicos que no se abordan o que se abordan muy brevemente en cursos de Termodinámica a nivel licenciatura. Tal es el caso, por ejemplo, del agua sobre-enfriada. Otro ejemplo son las soluciones sobresaturadas. En este caso, la concentración de soluto es mayor que la concentración de equilibrio a una temperatura y presión dados. Cuando una solución sobresaturada es perturbada apropiadamente parte del soluto se separa del disolvente casi instantáneamente. En este trabajo presentamos resultados experimentales de la formación de cristales de acetato de sodio a partir de una solución sobresaturada en agua. Estudiamos algunas características de la cristalización con diferentes métodos de perturbación: introducción de cristales semilla o de impurezas, estímulo mecánico, flujo sobre un cristal, ondas sonoras, etc. Presentamos los resultados de tal forma que se puedan utilizar como apoyo didáctico en cursos de Termodinámica o de Física Térmica. Estos experimentos no solamente pueden constituir la base de una práctica de laboratorio visualmente estimulante, sino que pueden permitir introducir diferentes conceptos de Termodinámica o Físicoquímica: estados fuera de equilibrio, estados metaestables, concentración de soluto, solución saturada y sobresaturada, nucleación de cristales, etc. En el trabajo mostramos cómo se pueden introducir dichos conceptos al analizar los experimentos reportados.

Enseñanza - LXV-004918

11:00-13:00 Diseño y fabricación de un Shield de Arduino UNO o Mega para la construcción de un robot móvil de competencia. *Juan Carlos Velázquez Díaz (jcvd13@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. José Luis Del Rio Valdés (jluisdrv@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Se diseñó y fabricó un escudo o Shield que puede ser utilizado para la plataforma Arduino, en particular es compatible con el Arduino UNO y el Mega, este escudo permite implementar de forma rápida, robots móviles de competencia, como seguidores de línea, luchadores de sumo, evasores de obstáculos, resolvidores de varios tipos de laberintos, es compacto, del tamaño del Arduino UNO, consta de un driver para controlar dos motores de corriente directa, un sensor ultrasónico de distancia, tres sensores reflexivos para identificar líneas en el piso, 3 leds indicadores, un

buzzer para notificaciones sonoras, entrada para un servomotor, y un módulo bluetooth, creando una plataforma muy versátil para la enseñanza de robótica y control a nivel licenciatura. Se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM, por el apoyo para la realización de este trabajo.

Enseñanza - LXV-004950

11:00-13:00 **Diseño y realización de prácticas de laboratorio de Física para la enseñanza en línea mediante la plataforma Arduino UNO.** *Mario Alberto Valle Zavala (mario_valle@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

José Luis Del Rio Valdés (jluisdrv@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Se diseñó un manual de laboratorio para la enseñanza de la física a nivel superior, el cual consta de 15 prácticas, englobadas en 4 principales áreas de la física: mecánica, termodinámica, ondas y fluidos y electromagnetismo, para el diseño de las prácticas se tomó como base los planes de estudio actuales, utilizados en los laboratorios de la carrera de física impartidos en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se utilizó la plataforma Arduino UNO como herramienta para el diseño de las prácticas. El manual cuenta con una introducción al uso de la plataforma Arduino, la adquisición de datos con esta misma y una breve introducción al funcionamiento de los distintos sensores y elementos de electrónica utilizados en el desarrollo de las prácticas. Este trabajo se realizó con el fin de dar una respuesta a la problemática actual originada por el COVID 19 y la experimentación en casa. Se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM, por el apoyo para la realización de este trabajo.

Enseñanza - LXV-005112

11:00-13:00 **Cuerpos rodantes, un experimento con Tracker** Amaury Alexis Tovar Basurto (al2173075988@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco;

Alejandra Mitre Hernández (al2172001984@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco;

Damian Muciño Cruz (damc@ciencias.unam.mx), UAM Azcapotzalco;

*María Guadalupe Hernández Morales (gpe@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco; *Expositor.

Inti Pineda Calderón (inti@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco;

Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (gabrieladelvalle@ciencias.unam.mx), UAM Azcapotzalco;

En este trabajo presentamos el estudio de un sistema de cuerpos rodantes haciendo uso del software Tracker (análisis de video), software de gran utilidad. Se hace el análisis de los resultados obtenidos en el movimiento de una esfera

y un cilindro rodando en un plano inclinado. Comparamos los resultados experimentales con los obtenidos a partir de la teoría y hacemos una comparación de las ventajas de dicho software, así como de las dificultades para obtener resultados confiables.

Enseñanza - LXV-005149

11:00-13:00 **Estudio de oscilaciones forzadas en un sistema de masa variable en el caso libre y en el caso amortiguado** *Inti Pineda (inti@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco; *Expositor.

Guadalupe Hernández (gpe@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco;

Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (gabrieladelvalle@hotmail.com), UAM Azcapotzalco;

Christian Cristóbal Carbajal (al2153037722@azc.uam.mx), UAM Azcapotzalco;

En este trabajo se presenta un estudio de las oscilaciones forzadas en un sistema que pierde masa a un ritmo constante. Por la naturaleza del problema se hace un análisis numérico del movimiento del sistema para diferentes fuerzas externas y se compara con el caso de un sistema de masa constante. En general, se encuentra que la masa variable tiene un efecto similar al que se presenta en el caso de un oscilador de masa constante bajo amortiguamiento.

Enseñanza - LXV-005304

11:00-13:00 **Implementación de IoT (Internet de las Cosas) para experimentación remota para el fortalecimiento del aprendizaje en temas de óptica.** Daniel Omar Avila Rojas (daniel_avila5@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Erick Barrios Barocio (e.barrios@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Luis Alberto Ramirez Bermudez (laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Valente Vázquez Velázquez (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Donají Xóchitl Cruz López (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Fernando Angeles Uribe (angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Luis Antonio Madrigal Butrón (antomad@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Derivado del confinamiento ocasionado por la pandemia generada por el SARS COV-2, la enseñanza experimental

de las diversas áreas de la física se vió limitada a simulaciones, experimentos demostrativos y a su implementación con aquello con lo que puedan contar los estudiantes en sus hogares. El presente trabajo presenta la mecánica desarrollada para implementar diversos experimentos de física, y la captura de los datos experimentales obtenidos al aplicarla al estudio de la Ley de Malus. Para el estudio de la ley de Malus se requirió diseñar la mecánica y sistema de control que permite ajustar la rotación de dos polarizadores, dado el tipo de diseño obtenido este sistema nos permite llevar a cabo experimentos de fotoelasticidad y otros experimentos que requieran polarizadores con este tipo de movimiento. Este sistema le facilita a los profesores la enseñanza y el aprendizaje a los estudiantes, con experimentos y herramientas automatizadas utilizando técnicas de IoT. Agradecemos al dpto de Física, al laboratorio de electricidad, al Taller de control y electrónica de la Facultad de Ciencias de la UNAM, así como al proyecto PAPI-ME -PE108822 por el apoyo recibido para la elaboración de este proyecto.

Enseñanza - LXV-005346

11:00-13:00 **Deposito de películas de aluminio y caracterización de las películas por su respuesta eléctrica a distintas temperaturas** *Alberto Del Ángel Medina (bdelangel@ciencias.unam.mx), IIMAS, Universidad Nacional Autónoma de México;*
Ricardo Martín Hernández Flores (saurio99@ciencias.unam), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;
Samantha Rizo Franco (samantharizo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;
**Celeste Castro Granados (celsgazu@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo elaboramos películas delgadas de aluminio sobre sustratos de vidrio y acetato, la presión registrada en el sistema de vacío es de $(6,32 \pm 0.9) \times 10^{-4}$ Torr. Caracterizamos la respuesta eléctrica de las películas en los sustratos de vidrio y acetato con el método de cuatro puntas a temperatura ambiente. Utilizamos un sistema de vasos precipitados como aislante térmico, en el interior colocamos la película depositada en acetato y conectada a cuatro electrodos, agregamos un termopar tipo "K" conectado a un compensador-multímetro registrando el voltaje, sirviendonos como referencia de temperatura. En este sistema se vierte nitrógeno líquido y se dejamos que se estabilice. Presentamos los registros que obtuvimos para una corriente variable y como salida un voltaje dependiente de la corriente a temperatura estable en el sistema. Agradecemos el apoyo brindado por los Laboratorios de Física Moderna, el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Enseñanza - LXV-005364

11:00-13:00 **ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA CON GEOGEBRA** **Salvador Enrique Villalobos Pérez (villasalen@hotmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.*
Martín Bárcenas Escobar (martin_b_e@hotmail.com), FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO;
Enrique Arenas Sánchez (earenass@hotmail.com), FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO;

Se emplea el software interactivo de geometría dinámica GeoGebra con el fin de resolver el problema de un haz de luz que incide en forma oblicua sobre una de las caras de un prisma, inmerso en aire, con índice de refracción conocido. Introduciendo los conceptos para los ángulos de incidencia y de transmisión, medidos desde las normales a las caras del prisma, y suponiendo conocido el ángulo que forman las caras del prisma que participan en la dispersión; se define el concepto de ángulo de desviación como el cambio en la trayectoria del haz emergente con respecto de la trayectoria original del haz de luz incidente. Se comprueba, con ayuda de GeoGebra, que en el caso estudiado el ángulo de desviación toma un valor extremo (mínimo) cuando los ángulos de incidencia en la primera cara y de transmisión en la segunda coinciden; lo anterior también habrá de cumplirse para los ángulos de transmisión en la primera cara y de incidencia en la segunda. Igualmente pueden variarse en este caso los valores de los índices de refracción del prisma y del medio circundante.

Enseñanza - LXV-005718

11:00-13:00 **Fluorescencia y absorción son las dos caras de la moneda de saturación en espectroscopia atómica.** **José Jiménez Mier Y Terán (jimenez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.*

Fernando Ramírez Martínez (ferama@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;
Jesús Flores Mijangos (flores@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;
Lina Hoyos Campo (lunaysol77@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares;
Gersain Quiroz Sánchez (gersain_q@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;

Se presenta un montaje experimental sencillo que permite observar y medir la saturación de la fluorescencia que resulta de la excitación de la transición D2 en rubidio atómico. En el experimento se miden cambios en la fluorescencia de una celda que contiene un vapor de rubidio a temperatura ambiente cuando se utilizan dos haces con-

trapropagantes de luz de la misma frecuencia y y la misma potencia. Los efectos de saturación se observan como picos de disminución de la fluorescencia que están libres de ensanchamiento Doppler. Dependiendo de las polarizaciones relativas de los haces se encuentra que para uno de los picos se puede tener un aumento en la emisión de luz. Se presenta un modelo simple, basado en las ecuaciones de transferencia de población de Einstein, para interpretar los resultados. Se demuestra que los resultados teóricos están en muy buen acuerdo con los datos experimentales.

Enseñanza - LXV-005808

11:00-13:00 **Análisis de Big Data para apoyar la enseñanza de Física en preparatoria** *Gilberto Gómez Correa (gilberto.gomez@colegiociudad.edu.mx), Colegio Ciudad de México;* *Mauricio García Vergara (maugv@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México;* *Cesar Miguel Jaimes Torres (cesar.jaimes@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;* *Perla Karina Peña Prado (perla.pena@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;* **Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero (cuauhtli.86@gmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.*

El colegio de Física de la preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa diseñó e implementó un análisis de Big Data [1] durante el ciclo escolar 2021-2022 para procesar los datos de: las actividades de clase, prácticas y exámenes, registrados en la lista digital de calificaciones (archivo de Excel) para los grupos cuarto y sexto grado. Para dicho análisis se definió una base ordenada con la jerarquía de cada rubro de calificación (15% evaluación continua, 30% laboratorio y 40% exámenes). Una vez definida la base, se programó en la lista digital una función para obtener la distribución de frecuencias correspondiente a las entregas realizadas por los estudiantes. Y sobre dicha distribución se aplicó una regresión lineal (ajuste de una recta por mínimos cuadrados) para identificar el posible tipo de correlación (“color del ruido”) [2]. Así, para la recta antes mencionada, una pendiente positiva representa a un grupo que atiende con mayor diligencia la entrega de exámenes, una pendiente cero representa a un grupo que valora de igual forma los tres rubros de calificación (evaluación continua, laboratorio y exámenes) y una pendiente negativa señala a un grupo en una situación apremiante ya que falla en entregar las actividades que mayor jerarquía tienen para la calificación.

Al profesor de física de preparatoria, este análisis de Big Data le brinda la posibilidad de introducir su labor de en la cultura del “data mining” y tomar decisiones educativas basadas en datos [1].

[1] Salazar, J. (2016). Big Data en la Educación. Revista Digital Universitaria UNAM. Vol. 17, No. 1, pp. 1-16.

[2] Miramóntes, P. (1999). El color de Ruido. Revista Ciencias. No. 54, 1999, pp. 4-11.

Enseñanza - LXV-005816

11:00-13:00 **Análisis de Big Data para apoyar la enseñanza de Física y Biología en preparatoria** *Circe Guadalupe González Contreras (gonzalez.circe@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;* *Diana Elinos Calderon (diana.elinos@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;* **Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero (cuauhtli.86@gmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.*

Los colegios de Física y Biología de la preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa diseñaron e implementaron un análisis de Big Data [1] durante el ciclo escolar 2021-2022 para procesar los datos de: las actividades de clase, prácticas y exámenes, registrados en la lista digital de calificaciones (archivo de Excel) para los grupos cuarto y quinto grado. En dicho análisis se definió una base ordenada con la jerarquía de cada rubro de calificación (evaluación continua, laboratorio y exámenes). Una vez definida la base, se programó en la lista digital una función para obtener la distribución de frecuencias correspondiente a las entregas realizadas por los estudiantes. Y sobre dicha distribución se aplicó una regresión lineal (ajuste de una recta por mínimos cuadrados) para identificar el posible tipo de correlación (“color del ruido”) [2]. Así, para la recta antes mencionada, una pendiente positiva representa a un grupo que atiende con mayor diligencia la entrega de exámenes, una pendiente cero representa a un grupo que valora de igual forma los tres rubros de calificación (evaluación continua, laboratorio y exámenes) y una pendiente negativa señala a un grupo en una situación apremiante ya que falla en entregar las actividades que mayor jerarquía tienen para la calificación.

Al profesor de ciencias de preparatoria (física y biología), este análisis de Big Data le brinda la posibilidad de introducir su labor en la cultura del “data mining” y tomar decisiones educativas basadas en datos [1]. Además, ya que ambas materias corresponden a grados diferentes, este análisis les permite a los profesores de ciencias dar un seguimiento de los alumnos, aplicar acciones preventivas y no solamente reactivas para mejorar el desempeño de sus estudiantes.

[1] Salazar, J. (2016). Big Data en la Educación. Revista Digital Universitaria UNAM. Vol. 17, No. 1, pp. 1-16.

[2] Miramóntes, P. (1999). El color de Ruido. Revista Ciencias. No. 54, 1999, pp. 4-11.

11:00-13:00 “LABORATORIO VIRTUAL DE MECÁNICA CLASICA, UNA EXPERIENCIA DE CLASES A DISTANCIA” *Arnulfo Ortiz Gómez (*arnulfo64@gmail.com*), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM; *Expositor.

En este trabajo presentamos los resultados de una encuesta realizada a una muestra de alumnos que participaron en las clases a distancia en el Laboratorio de Mecánica Clásica. Comentamos a cerca de las experiencias que adquirimos durante estos meses de aislamiento, la implementación y uso de plataformas educativas, Simuladores PEHT de Física. Cuales fueron las necesidades que debimos cubrir para tener un buen desempeño en las clases, la inversión de tiempo requerido para lograr impactar en nuestros estudiantes. Así como los contratiempos que tuvieron que salvar los chicos para estar en contacto con el profesor.

Enseñanza - LXV-005824

11:00-13:00 **Impacto de la pandemia COVID-19 en la Olimpiada Michoacana de Física** Luis Alberto Ramos Llanos (*yo.larll@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Jennifer López Chacón (*jennifer.lopez@umich.mx*), Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Alfredo Raya Montaña (*alfredo.raya@umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Joaquín Estevez Delgado (*joaquin.estevez@umich.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

En este trabajo se presenta un análisis del efecto de la pandemia por COVID-19 sobre el desarrollo de la Olimpiada Michoacana de Física. Enfocándose sobre las estrategias implementadas para su difusión y diferentes etapas académicas. Para ello se elaboró un test para conocer la opinión de los participantes sobre las clases en línea de la Olimpiada Michoacana de Física, además se les preguntó sobre los recursos con los que contaban para tomar clases en línea, se probó confiabilidad de este test mediante el uso del Alpha de Cronbach teniendo un resultado de 0.77. De acuerdo a la información recabada se concluye que algunas de las consecuencias favorables son una mayor cobertura y el aumento de la participación de mujeres, los conocimientos adquiridos fueron más homogéneo. Sin embargo, se observó que el nivel académico se vio impactado de manera negativa debido al aumento de distractores presentes en el entorno donde se tomaban las clases y a las limitaciones de incentivar la participación.

11:00-13:00 **Robot-Tec V.4.0: Brazo Robótico** Lamberto Castro Arce (*lamberto.castro@unison.mx*), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur;

Lucio Guadalupe Quirino Rodríguez (*ojeda_711@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Occidente, campus Mazatlán Sinaloa.;

Aziel Ibar Melara Sereno (*ojeda_711@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Occidente, campus Mazatlán Sinaloa.;

Ángel González Navarrete (*angel.glez.60@gmail.com*), Universidad Autónoma de Occidente, campus Mazatlán Sinaloa.;

Juan Carlos Ojeda Alarcón (*ojeda_711@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Occidente, campus Mazatlán Sinaloa.;

*Juan Alberto Ojeda Amador (*jusona365@gmail.com*), Universidad Autónoma de Occidente, campus Mazatlán Sinaloa.; *Expositor.

Una de las características más relevantes del estudio, diseño e investigación en el campo de la robótica es la convergencia de las diferentes disciplinas, desde psicólogos, biólogos, químicos, ingenieros mecánicos, electrónicos, matemáticos, en suma, un compendio de todas las ramas de la ingeniería y las ciencias.

Así es como la robótica educativa se ha convertido en una herramienta que plantea como estrategia el diseño de una actividad tecnológica, la cual motiva a los estudiantes a concentrar toda su atención en el diseño y desarrollo de un artefacto, para solucionar una situación problema en particular.

Un robot puede cumplir con todas las tareas para las que está programado, pero, ¿por qué no aprovechar ésta tecnología no solo para enseñar sino también para ayudar a las personas a tener una mejor calidad de vida?, desde hace algunos años se han estado desarrollando un sin número de dispositivos robóticos que ayudan a las personas que han sufrido la pérdida de algún miembro de su cuerpo, después de analizar los diferentes dispositivos que existían decidimos realizar un brazo robótico que pudiera ayudar a las personas a recuperar su calidad de vida, su autoestima y su apariencia estética frente a las demás personas.

1, *Estudiante del PE de Ingeniería en Software

Enseñanza - LXV-005900

11:00-13:00 **Física en Lenguas Nacionales** Laura Olivia Villegas Olvera (*laura.villegas8344@alumnos.udg.mx*), CUCEI UdeG;

Darío Núñez Zúñiga (*nunez@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares;

*Víctor Manuel Jaramillo Pérez (*victor.jaramillo@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.

Lucía Eréndira Gutiérrez Luna (lgutierrez@estudiantes.fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM;

Ana Cecilia Conde Álvarez (conde@unam.mx), Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático UNAM;

Ana María Cetto Kramis (ana@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM;

Los procesos de la Naturaleza, son representados en la ciencia y en particular en la Física, utilizando modelos y conceptos que, en su gran mayoría, no han sido discutidos, analizados ni socializados, en las diferentes comunidades que no tienen al Español como su lengua materna. En una serie de trabajos, la Sociedad Mexicana de Física, en colaboración con el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas, se han hecho esfuerzos para poder comunicar los conceptos de la ciencia occidental en varias de las comunidades que conforman nuestro país. En el presente trabajo desarrollamos las ideas básicas del Ciclo de Agua, en un infograma que se discutirá y adaptará al conocimiento de diez lenguas nacionales. Describimos las estrategias de trabajo, así como la dinámica que hemos desarrollado a modo de lograr que los trabajos efectivamente lleguen y se entiendan en dichas lenguas.

Enseñanza - LXV-005912

11:00-13:00 **Formulación Lagrangiana de la rodadura de un cuerpo .** Jeanett López García (jeanettlg@hotmail.com), División de Matemáticas e Ingeniería, UNAM-FES Acatlán;

*José Luis Del Río Correa (jlrc@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.

Se discute el problema de la rodadura en el caso pseudo-holónico, en el cual las constricciones entre las velocidades son integrables, y es posible encontrar la fuerza de contacto entre las superficies de dos maneras diferentes, siendo la primera de ellas considerando las constricciones integradas en tanto que en la segunda se introducen sin haberlas integrado, y se muestra en ambos casos en que forma se obtiene la fuerza de contacto.

Enseñanza - LXV-005992

11:00-13:00 **Siendo Thor por un día, generador de Van der Graff casero** Esmeralda Lizet Martínez Piñero (esmeraldamartinez@ciencias.unam.mx), Universidad de Guanajuato;

*Daniel Rodríguez Almanza (danroal@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

El presente proyecto consistió en construir un generador de Van der Graff con materiales caseros que es capaz de alcanzar voltajes del orden de $10^5 V$. El costo global del proyecto fue de \$600 MXN, en contraste con el elevado precio de hasta \$15000 MXN en que se cotizan los aparatos

comerciales que reportan un rendimiento similar. El bajo costo de este generador permite a los autores proponerlo como una opción viable para ser implementado como un proyecto de enseñanza en ámbitos escolares de nivel medio superior y superior, siendo una gran alternativa para el aprendizaje de temas como electrónica, electrostática, capacitancia, y electrodinámica.

El Generador se construyó a partir de tubos de PVC, ensaladeras de metal para el domo de descarga y una media de nailon como cinta transportadora de carga. El fácil acceso a estos materiales en cualquier zona del país muestra el potencial del proyecto como un programa de implementación nacional.

El diseño que se desarrolló fue de tipo "plug and play", aumentando así la población objetivo.

Enseñanza - LXV-006016

11:00-13:00 **Fabricación de material didáctico mediante impresión 3D para su uso en cursos de mecánica** Ricardo Agustín Serrano (ragustin@cfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Mariana Unda Sánchez (mausa2018@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se realizaron dos rampas de diferente forma con el fin de estudiar el movimiento de los objetos que se trasladan sobre ellas. Ambas rampas constan de cuatro fotopuertas en diferentes posiciones, las cuales nos ayudan a medir el tiempo, la velocidad y la aceleración del objeto que en este caso es una canica. Estas fotopuertas están conectadas a una placa Arduino, lo cual nos permite utilizar el programa Arduino para realizar el código de funcionamiento de las fotopuertas y así dar salida a los datos.

El código se divide en dos partes, una que otorga solo datos del tiempo entre fotopuertas para que los alumnos puedan proceder a hacer los cálculos; y otra opción donde el programa arroja datos de la velocidad y la aceleración y así poder comparar con los datos calculados. Esta segunda parte también sirve para estudiantes de licenciatura de primeros semestres para la clase de mecánica donde se pueden saltar la primera parte e ir directamente al procesamiento de datos.

Este montaje experimental es accesible, ya que las rampas están diseñadas para ser construidas en impresora 3D, por tanto, el diseño estará disponible para todo público. Los estudiantes o maestros de cualquier parte del mundo podrán armar y realizar este experimento.

Enseñanza - LXV-006075

11:00-13:00 **Función logística auxiliar para ajustar comportamientos físicos disímbolos** *José Elías López-Cruz (elopez@ifuap.buap.mx), Instituto de Físic

ca de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Una revisión del comportamiento de algunos efectos como función de algún parámetro como la temperatura es muy común que la gráfica que representa ese comportamiento adopte la forma de una S alargada. Los fenómenos van desde la transmisión de luz por un material al pasar de estado sólido opaco hasta líquido transparente (1), la resistencia de un superconductor al efectuarse la transición superconductor-normal (2), el calor específico de sólidos como función de la temperatura (3) o incluso la propagación de un rumor entre una población de tamaño finito (4). En esos casos, sin entrar en el fondo de la explicación basada en principios físicos y sólo quedándose con una fórmula semiempírica se consigue una buena aproximación al comportamiento mediante la función logística (4). La función es $L=L_0/(1+A\exp(-kT))$, donde A es $[L_0-L(T_{in})]/L(T_{in})$. Para cada uno de los ejemplos en que se obtiene un comportamiento "sigmoide" se puede encontrar un significado a los parámetros en términos de la función logística. En este trabajo se discutirán dichas cantidades para diversos ejemplos.

[1] José antonio Méndez Bermúdez, Víctor Dossetti Romero y Elías López Cruz, XI Encuentro Nacional sobre la Enseñanza de la Física en el Nivel Medio Superior, 7-9 agosto 1997 (UNAM).

[2] http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/064/htm/sec_12.htm, consultado el 17 de junio de 2022. Aquí es la energía libre como función de campo magnético aplicado en superconductor tipo II.

[3] Concepts on Modern Physics, Arthur Beiser, Sexta Edición McGraw-Hill (2003).

[4] Cálculo de una Variable Trascendentes Tempranas, 7a. Edición Cengage Learning (2012). Trabajo apoyado parcialmente por CONACyT y VIEP-BUAP.

Enseñanza - LXV-006089

11:00-13:00 **Oscilaciones de fluidos actuados por la gravedad en tubos verticales** Ahmed Guarneros López (ahmed.gl.99@gmail.com), Facultad de Artes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*José Elías López-Cruz (elopez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Inspirados en el trabajo de Smith y Matlis (1) en este trabajo se discuten resultados de experimentos realizados en líquidos varios con densidades y viscosidades distintas. El experimento original consiste en introducir un popote en un líquido cubriendo la parte superior de tal modo que en el popote se tenga en la parte inferior un volumen libre de líquido una vez que el popote se introdujo unos dos o tres centímetros. Un vez hecho eso se destapa el popote y el líquido sube dentro del mismo hasta una altura que supera el nivel del líquido y baja produciéndose un movimiento ondulatorio amortiguado cuya constante de

amortiguamiento depende de la densidad y de la viscosidad del líquido. En este trabajo se experimentó con un tubo de diámetro interior 28 mm. y se emplearon varios líquidos como agua, miel, refresco, parafina líquida y líquido anticongelante. Las oscilaciones se analizaron mediante el programa Tracker para adquisición de datos y análisis de los mismos. Las constantes de amortiguamiento fueron: anticongelante 4.26/seg, agua 1.43/seg, parafina 3.68/seg con un comportamiento de oscilador sobreamortiguado.

1. Gravity-driven fluid oscillations in a drinking straw, Ryan P. Smith y Eric H. Matlis, Am. J. Phys. vol. 87 pág. 433 (2019)

Enseñanza - LXV-006148

11:00-13:00 **Introducción al estudio de la Termodinámica con el caso de las máquinas de vapor** *Luis Miguel Trejo Candelas (lmtrejocunam@gmail.com), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Omar Hernández Segura (omar_hdez76@yahoo.com.mx), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México;

Ricardo Estrada Ramírez (rmaestrada@yahoo.com), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México;

La asignatura Termodinámica se imparte como curso teórico (4 h/semana) - práctico (3 h/semana) en la facultad de Química de la UNAM durante el 2do. y 3er. semestres (16 semanas) para una población promedio de 1000 y 500 alumnos, respectivamente. En el curso teórico se alcanza un índice de aprobación promedio respectivo mayor al 60 y 40 %. En general se considera que es una materia abstracta, difícil, tediosa, teórica, alejada de cualquier aplicación práctica, etc. Y la metodología tradicional de la enseñanza teórica es vía el tratamiento matemático formal y riguroso de situaciones experimentales imaginarias. Para modernizar su enseñanza proponemos una secuencia didáctica al inicio del curso teórico que inicie el estudio de las primeras máquinas de vapor (Savery, Newcomen & Watt) empleando experiencias de cátedra, videos, simuladores, etc. para empezar a conocer y aplicar el lenguaje de la termodinámica para describir diferentes tipos de sistemas termodinámicos reales, lo que ayudará a practicar la habilidad de abstracción, análisis y síntesis del estudiante. El modelo de secuencia empleado 5E contiene fases de engancho, exploración, explicación, elaboración y evaluación que fomenta un aprendizaje activo, profundo y constructivo por los estudiantes. Embebido en éste se integró la metodología de estudio de casos, con el análisis del contexto histórico y social de escenarios complejos reales o imaginarios a partir de una imagen inicial del tema seguido de preguntas y discusiones que ayuden a explicitar las ideas previas y la comprensión gradual del escenario de los alumnos, de forma individual y/o grupal hasta lograr una respuesta lógica y plausible a las preguntas. Duran-

te el estudio el docente guiar a los alumnos, proporciona retroalimentación, supervisa y facilita la discusión en clase. Entonces se presenta nueva evidencia, se hacen nuevas preguntas y se repite el proceso anterior.

Enseñanza - LXV-006158

11:00-13:00 ¿Qué tanto afecta una vara de cohete a una nube? *Daniel Cano Martínez (epicmenio634@gmail.com), Escuela Preparatoria Oficial Anexa a la Normal; *Expositor.

En las comunidades del Estado de México, cuando es temporada de lluvias, los pobladores se mantienen atentos a la forma y color de la nube, porque de ser grande y blanca, presenta que granizara, entonces, los pobladores toman varas de pirotecnia (pólvora negra) y en el momento que llega la nube, empiezan a encender estos fuegos pirotécnicos, finalizando este acto ellos mencionan que han “cortado” la nube, pero por la onda de choque generada por la explosión, ¿Qué tanto puede afectar a una nube?, ¿Qué tipo de nube es susceptible a que se “corte”?, ¿Se puede innovar a este método para ser un cañon anti-granizo sin ser tan costoso?

Estado Sólido - LXV-004486

11:00-13:00 Efectos de la aperiodicidad sobre la polarización de valles-espines y magnetorresistencia en superredes magnéticas de siliceno. Isaac Rodríguez Vargas (isaac@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia; Sergio Molina Valdovinos (sergiomv@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia;

José Guadalupe Rojas Briseño (jgrojas@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia;

*Patricia Villasana Mercado (patricia.villasana@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia; *Expositor.

En la actualidad los dispositivos electrónicos se han convertido de gran importancia para el desarrollo de nuestras actividades cotidianas, sin embargo, estos presentan fallas debido a la presencia del calor producido por el movimiento de las cargas. Afortunadamente se pueden utilizar los grados de libertad valle y espín del electrón para generar equipos que puedan decodificar y transferir información de manera eficiente. En el presente trabajo se busca encontrar de manera teórica posibles arreglos que permita generar las estructuras versátiles mencionadas anteriormente. Para lograr lo anterior se plantea el estudio teórico de las propiedades de transporte como lo son la transmitancia, conductancia, polarización de valles-espines y magnetorresistencia para una superred magnética de siliceno cuyo arreglo es aperiódico. Estas propiedades de transpor-

te son calculadas por medio de la matriz de transferencia y el formalismo de Landauer-Büttiker aplicándolo a un sistema que consiste de una capa de siliceno colocada sobre un sustrato, y sobre esta capa son colocados electrodos ferromagnéticos cuyo arreglo sigue la regla de sustitución de una secuencia aperiódica tipo Fibonacci y Thue-Morse. De lo anterior encontramos que la aperiodicidad muestra mejores resultados para las propiedades de transporte con respecto a las obtenidas para una superred magnética de siliceno tipo periódica. Además, se tiene que en especial el arreglo correspondiente a Thue-Morse nos da mejores valores de magnetorresistencia y ventanas de polarización de valles-espines bien definidas más grandes al considerar generaciones superiores.

Estado Sólido - LXV-004620

11:00-13:00 Fano factor in self-similar multibarrier structure based on graphene monolayer Luis Manuel Gaggero-Sager (lgaggero@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingenierías y ciencias aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Mexico; Abdel Ghafour El Hachimi (ag.elhachimi@gmail.com), Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Carr. al Lago de Guadalupe Km. 3.5, 52926 Edo. de Mex., Mexico;

Outmane Oubram (oubram@uaem.mx), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

*Mohammed Miniya (m.miniya@uaem.edu.mx), Centro de Investigación en Ingenierías y ciencias aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Mexico; *Expositor.

In this paper, we investigated the Fano factor in two types of self-similar potential structures in a graphene monolayer. These structures are substrate-based potential and electrostatic-based potential. However, in order to determine the Fano factor in such structures, we solved the Dirac Hamiltonian by using the transfer matrix method. We found that the self-similar substrate-based potential structure manifests a self-similar behavior in the Fano factor and conductance. Therefore, we proposed scaling rules that represent a scale invariance between generations, main barrier heights, and total lengths of the structures. In particular, the maximum Fano factor value was reported for the self-similar electrostatic-based potentials. More analysis was given in terms of the generation, main barrier heights, and structure's total lengths. These kinds of structures could be used to control the Fano factor.

Estado Sólido - LXV-004649

11:00-13:00 Conductividad óptica y bandas de energía de la interacción de una monocapa de Difosfuro de Niobio NbP₂ con Oxido de Carbono Luis Fer-

nando Magaña Solís (fernando@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

Osiris Salas Torres (osalast@ipn.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - Instituto Politécnico Nacional;

*Eric Raymundo Garcés García (raygarces85@hotmail.com), Tecnológico Nacional de México-Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca; *Expositor.

En este trabajo se hace un estudio de primeros principios para calcular las bandas de energía y la conductividad óptica de una monocapa de Difosfuro de Niobio (NbP₂) cuando interacciona con una molécula de Oxido de Carbono CO, utilizando la teoría funcional de densidad y la dinámica molecular a 300 K y presión atmosférica. Primeramente, se obtiene la estructura de mínima energía para el sistema de NbP₂ - CO. Posteriormente, se calculan las bandas de energía, las funciones dieléctricas y la conductividad óptica de este nuevo sistema. Con la adsorción de la molécula de monóxido de carbono, el sistema sigue siendo un metal, como podemos ver en el cálculo de la estructura de la banda de energía. Se observa que una banda cruza el nivel de Fermi cuatro veces y otra dos veces. Para la conductividad óptica se observa que existen tres picos bien definidos de similar magnitud, encontramos que la conductividad máxima se observa a 9.8 eV, ubicado en la región de la luz ultravioleta, con un valor de 4.96×10^{15} /s. Hemos realizado nuestros cálculos utilizando el código de Quantum Espresso, con la aproximación GGA y GGA modificado para interacciones Van der Waals.

Estado Sólido - LXV-004671

11:00-13:00 **Síntesis de KNN dopado con Ba** Jose Luis Benítez Benítez (jose.benitez@ujat.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Richard Falconi Calderón (richart.falconi@ujat.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Alberto Clemente Martínez Ortega (192a12033@alumno.ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

*Ángel Eduardo De La Cruz Carreta (192a12031@alumno.ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

Las cerámicas piezoeléctricas (K,Na)NbO₃ (KNN del inglés Potasio-Sodio y Niobio) son de gran interés, ya que presentan propiedades análogas a las cerámicas basadas en PZT (Del inglés titanio-Zirconato de Plomo) además, de que son más amigables con el medio ambiente, debido a que son libres de plomo. En este trabajo se presenta la síntesis de la cerámica piezoeléctrica libre de plomo, basada en neobatos, mejor conocidas como KNN por medio del método de estado sólido. Los precursores utilizados son: Carbonato de bario (BaCO₃) y Carbonato de Estroncio (SrCO₃). El objetivo principal es obtener el KNN puro y posteriormente doparlo con Ba y Sr y (Nb₂O₅) como precursores, empleando una rampa de temperatura 1100°C a

12 horas. Se presentan estudios de difracción de Rayos X, polarización eléctrica, así como de sus propiedades eléctricas y dieléctricas.

Estado Sólido - LXV-004749

11:00-13:00 **Sistemas de moiré unidimensionales: una estrategia de amarre fuerte.** Ramón Carrillo Bastos (ramoncarrillo@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California;

David Ángel Ruiz Tijerina (d.ruiz-tijerina@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Carolina Herrera Hernández (carolina.herrera67@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; *Expositor.

Los materiales bidimensionales exhiben estados de borde que se comportan efectivamente como sistemas unidimensionales, cuyas propiedades físicas vienen dominadas por las interacciones electrónicas. Cuando estos materiales son apilados en heteroestructuras de van der Waals, sus estados de borde son expuestos a potenciales unidimensionales de tipo moiré capaces de alterar dramáticamente sus propiedades ópticas, electrónicas y de transporte. Motivadas por lo anterior, estudiamos la influencia de potenciales de moiré sobre dichos estados de borde utilizando la aproximación de amarre fuerte, donde emulamos la pseudo periodicidad de moiré a través del acoplamiento entre cadenas unidimensionales con periodicidades ligeramente distintas. Presentamos las estructuras de banda de superred, y estimamos los efectos de las interacciones electrónicas sobre estas.

Estado Sólido - LXV-004871

11:00-13:00 **Propiedades optoelectrónicas para diferentes configuraciones de apilamiento de bicapas de GaN bidimensional** Juan Carlos Martínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ZACATECAS;

Alvaro Luis Morales Aramburo (alvaro.morales@udea.edu.co), UNIVERSIDAD DE ANTOQUIA;

Carlos Alberto Duque Echeverri (cduque_echeverri@yahoo.es), UNIVERSIDAD DE ANTOQUIA;

Miguel Eduardo Mora Ramos (memora@uaem.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS;

Julian David Correa Abad (jcorreaabad@gmail.com), UNIVERSIDAD DE MEDELLIN;

*Ruben Aron Reyna Lara (ruben.reyna@fisica.uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ZACATECAS; *Expositor.

La heteroestructuras compuestas por materiales bidimensionales (2D) han despertado recientemente un interés debido a sus propiedades mecánicas, eléctricas y ópticas inusuales, las cuales difieren notablemente de sus contra-

partes tridimensionales. Estas propiedades son muy atractivas para diversas aplicaciones tecnológicas, por ejemplo, en celdas solares modernas, en fotocatalisis y dispositivos optoelectrónicos. Hay un amplio estudio sobre las bicapas de materiales 2D con diferentes configuraciones como las bicapas de grafeno, bicapas de fosforeno, entre muchas otras, incluidas las de nitruro de galio (GaN). En este trabajo, utilizando cálculos de primeros principios basados en la teoría del funcional de la densidad (DFT), reportamos las propiedades electrónicas y ópticas para dos apilamientos diferentes de bicapas de GaN, AA y AB, considerando varios funcionales de intercambio y correlación y el funcional híbrido HSE06. Se reporta la evolución de las bandas y su respuesta óptica. Se puede concluir que el apilamiento tipo AB tiene un menor energía de bandgap E_g

Estado Sólido - LXV-005203

11:00-13:00 Estructura electrónica y magnetismo de redes de Kagomé: el caso de la Quetzalcoatlita Romeo Humberto De Coss Gómez (romeo.decoss@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida;

Juan Hernández Tecorralco (jhdztecorralco@gmail.com), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida;

*Luis Fernando García Uc (lgarcia_@hotmail.es), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida; *Expositor.

La frustración magnética es uno de los fenómenos más interesantes dentro de la física de estado sólido debido a que puede dar origen a exóticos estados de la materia como la superconductividad y el líquido de espín cuántico. Existen redes cristalinas que favorecen la frustración magnética, tal es el caso de la red de Kagomé. La quetzalcoatlita ($Zn_6Cu_3(TeO_3)_2O_6(OH)_6Ag_xPb_yCl_{x+2y}$), descubierta en 1973 en una mina cercana a Moctezuma, Sonora, México, es un mineral quasi-bidimensional (Q2D) conformada por capas de Cu perfectamente ordenadas en una red de tipo Kagomé y separadas entre sí por capas de Zn. En el centro de cada estrella se encuentra un átomo de Ag o de Pb cuya distribución a lo largo de la red es aleatoria. A pesar de tener casi 50 años de haber sido descubierta, a la fecha solo se ha realizado la caracterización estructural por medio de difracción de rayos X, por lo tanto, no existe un estudio sistemático de la estructura electrónica y el magnetismo de la Quetzalcoatlita. En este trabajo se realizaron cálculos de primeros principios basados en la Teoría del Funcional de la Densidad para determinar las propiedades estructurales y electrónicas, así como un análisis de las diferentes fases magnéticas para corroborar el carácter magnético del estado base de la Quetzalcoatlita considerando sólo la presencia de átomos de Ag en los centros de la estrella. Finalmente, se realizó una comparación con la información experimental disponible para validar los re-

sultados obtenidos en nuestros cálculos. Encontramos que existe un cambio del carácter metálico a semiconductor de brecha angosta cuando se toma en cuenta el magnetismo. El autor L.F.G. agradece el apoyo otorgado por el CONACyT a través de una beca para estudios de posgrado. Este trabajo fue apoyado por el clúster híbrido de supercómputo “Xihcoatl”.

Estado Sólido - LXV-005246

11:00-13:00 Estudio experimental del espectro de resonancias en una barra de aluminio con defectos Arturo Arreola Lucas (aal@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;

María Gabriela Báez Juárez (gbaez@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;

Enrique Flores Olmedo (efo@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;

*José Enrique Rangel Carbajal (chato_x55@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Cada material es diferente y se distingue de otros materiales por sus cualidades, llamadas propiedades, algunas de sus propiedades mecánicas pueden obtenerse experimentalmente al someterlos a ensayos de esfuerzos estáticos o dinámicos que destruyen la muestra, un método interesante es el método de espectroscopia de resonancia acústica (ARS), que permite obtener propiedades mecánicas de una muestra sin destruirla, en este trabajo utilizamos el método de ARS para obtener las velocidades de las ondas en el medio y así evaluar las propiedades mecánicas de una barra, primero sin defectos, observamos la propagación de las ondas y el cambio en los modos normales al realizar perforaciones. El objetivo es mostrar los efectos producidos en las propiedades mecánicas de la varilla original

Estado Sólido - LXV-005341

11:00-13:00 Propiedades electrónicas y estructurales de Mxenos 2D M_2C (M=V, W, Ta, Nb, Cr y Mo) Agustín Enciso Muñoz (agustinenciso@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;

David Armando Contreras Solorio (dacs10@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Raúl Mauricio Torres Rojas (rtorres@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Marla Nayeli Hernández Delgado (marlanayeli1826@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Los Mxenos son carbonitruros de metales de transición, esta familia de materiales fue descrita por primera vez en 2011, los cuales se obtuvieron a partir de la fase MAX del Ti_3AlC_2 , eliminando selectivamente las capas no deseadas de aluminio obteniendo Ti_3C_2 . La M representa un metal de transición y la X a un carbono o un nitrógeno. Nosotros

nos referimos a los Mxenos bidimensionales únicamente a las monocapas o muy pocas capas.

Los MXenos 2D, exhiben excelentes capacidades de captura de CO₂, además de otros gases, y tienen buena estabilidad en el entorno ambiental, lo que lo hace ampliamente utilizado en electrodos de supercondensadores, superconductores, dispositivos biomédicos. Tiene grandes aplicaciones biotecnológicas, en energía como en baterías de iones de litio, en filtración y son prometedores para la producción de hidrogeno fotocatalítico.

Cuando su metal de transición es $M = \text{Ti, V, Cr, Mn y Mo}$ se espera que sean adecuados para ánodos SIB, y $M = \text{Cr, Nb y Mo}$ son adecuados para ánodos LIB. El Grupo 6 ha demostrado ser particularmente fructífero, ya que todos los MXenos basados en Mo y W son superconductores. Sus Tc van desde 6 K hasta 16 K, así como magnetismo, resultado de la interacción entre cargas, orbitales, espín y propiedades estructurales. Los MXenos 2D son materiales prometedores para dispositivos espintrónicos y superconductores ultrafinos, con propiedades multifuncionales y fenómenos de interacción cuántica.

En este trabajo se estudiará las propiedades estructurales y electrónicas de monocapas de Mxenos M₂C ($M = \text{V, W, Ta, Nb, Cr y Mo}$) en el marco de la teoría funcional de la densidad con ayuda del código WIEN2K. Donde nos enfocaremos en el análisis del comportamiento de los electrones “d” en el nivel de Fermi.

Estado Sólido - LXV-005372

11:00-13:00 **Estudio de las propiedades físicas de un composito polimérico con nanopartículas de Sr-hexaferrita** Javier Gustavo Cabal Velarde (*javier.cabal.velarde@gmail.com*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT); Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (*azdlobo@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Karina Alemán Ayala (*karina_aleman@uaeh.edu.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; *Bihari Nathanael López Gutiérrez (*binlu0418@gmail.com*), Universidad Politécnica de Pachuca; *Expositor.

Los nanocompuestos poliméricos NPC están construidos por una matriz polimérica incrustada con nanopartículas inorgánicas que permiten múltiples configuraciones las cuales dan como resultado una variedad de propiedades distintivas con diferentes usos y aplicaciones. En este trabajo estudiamos el comportamiento estructural de una matriz polimérica y su relación con las propiedades de fluorescencia cuando se incorporan nanopartículas magnéticas como relleno. Se desarrollaron películas nanocompuestas de polímero con propiedades multifuncionales utilizando alcohol polivinílico (PV-OH) como matriz polimérica y nanopartículas de hexaferrita de estroncio (Sr-M) como relleno. El número de nanopartículas incrustadas en la matriz se varió para estudiar el efecto de la dispersión de nanopartículas en el comportamiento estructural de la

matriz, así como el comportamiento de las propiedades magnéticas. El comportamiento estructural de los PNC se estudió utilizando la difracción de rayos X (DRX) y el método de refinamiento Rietveld. La interacción exhibida entre la matriz polimérica y las nanopartículas magnéticas se analizó utilizando FT-IR, y la caracterización se llevó a cabo mediante magnetometría vibrante y espectroscopia de fluorescencia. Mostramos la estrecha relación entre la disposición estructural tanto de la matriz polimérica como de las nanopartículas magnéticas con las propiedades funcionales del compuesto. Entre nuestros resultados destacamos el efecto de enfriamiento que causan las nanopartículas en las propiedades de fluorescencia de la matriz polimérica como resultado de un cambio en la estructura del polímero. Este cambio estructural fue atribuible a las interacciones planteadas entre el polímero y las nanopartículas. También descubrimos que el número y la disposición de las nanopartículas magnéticas en la matriz polimérica originan un campo magnetostático que cambia las propiedades micromagnéticas de todo el conjunto de nanopartículas.

Estado Sólido - LXV-005447

11:00-13:00 **TELURENO Y SELENENO: PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y ELECTRÓNICAS DE MATERIALES 2D EMERGENTES DEL GRUPO VI.** Agustín Enciso Muñoz (*agustinenciso@gmail.com*), Universidad Autónoma De Zacatecas;

David Armando Contreras Solorio (*dacs10@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma De Zacatecas;

Raúl Mauricio Torres Rojas (*rtorres@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma De Zacatecas;

*Gerardo Alejandro Montano González (*onesareg@gmail.com*), Universidad Autónoma De Zacatecas; *Expositor.

Los materiales 2D prometen ser la clave para la nueva revolución tecnológica, por su gran número de posibles aplicaciones novedosas debido a sus características únicas. En años recientes se han sintetizado las formas bidimensionales de dos materiales del grupo VI mostrando distintivas propiedades semiconductoras que los hacen resaltar sobre otros materiales bidimensionales que aún presentan distintos retos para un mayor desarrollo como la banda prohibida cero del grafeno, mala estabilidad ambiental del fósforo negro (BP), baja movilidad del portador de dicalcogenuros de metales de transición (TMDC) y falta de síntesis eficiente a gran escala. El Telureno y Seleneno, fueron sintetizados en el 2017. El 2D-Te posee una estructura que permite una alta absorción óptica, gran estabilidad en el medio ambiente y gran capacidad de transporte de energía, mostrando en sus diferentes alótropos un aumento de la brecha de energía de ~0.15 eV en 3D-Te, 0.7eV en α -Te y 1.2 eV en β -Te. Así mismo 2D-Se presenta una brecha de energía de 0.71 para T-Se y 1.74 eV para C-Se.

Entre sus propiedades se encuentran una excelente robustez ambiental, fuerte efecto de fotoluminiscencia y gran respuesta termoeléctrica. Ambos materiales nos brindan prometedoras aplicaciones en transistores de efecto campo, fotodetectores, sensores químicos, celdas solares, así como en biomedicina. En este trabajo, haciendo uso de la teoría funcional de la densidad (DFT) así como del código Wien2k, calculamos las propiedades estructurales, electrónicas del telurio y selenio 3D (3D-Te), (3D-Se) así como las fases más estables del Telureno (2D-Te) y Seleno (2D-Se). Además discutiremos sus más recientes avances, retos, métodos de síntesis y perspectivas.

Estado Sólido - LXV-005463

11:00-13:00 Estructura electrónica y propiedades magnéticas de las espinelas ATr_2X_4 , $A=Cd, Mg$, $Tr=Ho, Er, Tm, Yb, Lu$, $X=S, Se$ Angel Reyes Retana (*jareyesretana@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey;

Gustavo Tavizón (*gtavizon@unam.mx*), Facultad de Química, CU-UNAM;

*Pablo De La Mora (*delamora@unam.mx*), Facultad de Ciencias, CU-UNAM; *Expositor.

En las espinelas ATr_2X_4 , $A=Cd, Mg$, $Tr=Ho, Er, Tm, Yb, Lu$, $X=S, Se$ la tierra rara (Tr) tiene un estado 4f que es muy localizado, por lo que interactúa poco con otros átomos y en la Densidad de Estados se ven picos delgados. En el caso que estos picos estén en el nivel de Fermi (E_f) y haya un estado que otro nivel o átomo que también esté en E_f entonces el sistema tendrá valencia intermedia, en caso de que haya bandas planas y otras bandas no tan planas en E_f entonces el sistema será un fermión pesado. Los cálculos de estructura electrónica muestran que para $Tr=Lu$ se observa un pico $Lu:4f$ abajo de E_f , y el sistema es aislante. Para $Tr=Yb$ el $Yb:4f$ se mueve a la orilla inferior de la brecha prohibida con E_f en este pico con estados de X , por lo que estos sistemas tienen valencia intermedia y las bandas muestran que también son fermiones pesados. Para $Tr=Tm, Er, Ho$ se tiene que el pico $Tr:4f$ sube a arriba de la brecha prohibida y estos sistemas son aislantes.

Estado Sólido - LXV-005505

11:00-13:00 Efecto del Li superficial en las propiedades electrónicas de nanoalambres [111]-GaAs Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán; Álvaro Miranda Durán (*amirandad.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán; Fernando Salazar Posadas (*fsalazar.posadas@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán;

Alejandro Trejo Baños (*alejandtb13@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán; Margarita Clarisaila Crisóstomo Reyes (*mcrisostomo@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional - CECyT 8; *Ricardo Jiménez Sánchez (*rjimenezs1902@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán; *Expositor.

En este trabajo, se estudia la estabilidad energética y propiedades electrónicas de nanoalambres de GaAs pasivados con H, crecidos en la dirección cristalográfica [111] y considerando cinco diferentes diámetros. El modelo considera la sustitución secuencial de átomos de H enlazados con As o Ga por átomos de Li. El estudio se desarrolla utilizando la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), en la Aproximación del Gradiente Generalizado (GGA) incorporados en el código SIESTA. Para todos los sistemas se utilizó una energía de corte de 420 Ry y una malla de puntos k de $1 \times 1 \times 7$ para la optimización geométrica. Los resultados muestran que la brecha de energía disminuye como función del diámetro del nanoalambre (confinamiento cuántico). Así mismo, la presencia de Li favorece la estabilidad energética (energía de formación) de los nanoalambres. Finalmente, la energía de enlace es más favorable para As-Li en comparación con Ga-Li para todos los diámetros estudiados. Estos resultados ayudan a entender como se modifican las propiedades electrónicas de nanoalambres de GaAs debido a la presencia de Li en la superficie.

Estado Sólido - LXV-005619

11:00-13:00 Mejora del rendimiento termoeléctrico en superredes de bicapa de grafeno Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Sergio Molina Valdovinos (*sergiomu@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Rolando Pérez Álvarez (*rpa@uaem.mx*), Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

*José Alberto Briones Torres (*jabriones@ucemich.edu.mx*), Ingeniería en Nanotecnología, Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo; *Expositor.

El uso de materiales 2D para en la termoelectricidad se ha vuelto tendencia y está relacionado a la alta acumulación de estados en estos materiales de baja dimensión. La bicapa de grafeno es un material cuasi-2D con un futuro prometedor en termoelectricidad, presenta resonancias Fano que pueden explotarse para mejorar el rendimiento de dispositivos termoeléctricos. En el presente trabajo presentamos la interacción entre minibandas de energía y resonancias Fano en superredes electrostáticas basadas en bicapa de grafeno y sus efectos en las propiedades termoeléctricas, tales como el coeficiente Seebeck, el factor de potencia y la figura de mérito.

11:00-13:00 CAMBIOS EN LA LUMINISCENCIA DEL NITRATO DE EUROPIO EN ZEOLITA NATURAL Y SINTETICA A4 Yedid Abigail Pérez Manceras (*manceras.yedid@gmail.com*), Universidad de Sonora;

Mario Flores Acosta (*mflores@CIFUS.uson.mx*), Universidad de Sonora;

Rafael Ramírez Bon (*rrbon@investav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, unidad Querétaro;

Raúl Pérez Salas (*rperez@CIFUS.uson.mx*), Universidad de Sonora;

*Alain Pérez Rodríguez (*aperez@CIFUS.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Los materiales con eficiencia luminiscente se han utilizado en una gran cantidad de matrices buscando aumentar más la eficiencia a dichos materiales. El nitrato de europio tiene una gran eficiencia luminiscente y la zeolita natural como la sintética tienen una facilidad de intercambiar iones y alojar materiales en sus cavidades de tamaño nanométrico. La interacción del nitrato de europio con la matriz de la zeolita genera cambios en el espectro luminiscente del nitrato de europio puro que pueden ser debido a la formación de clústers de europio y que posiblemente sean sensible a los aumentos de temperatura o bien cambios en el tiempo.

Estado Sólido - LXV-005796

11:00-13:00 Estudio teórico en superconductividad isotrópica y anisotrópica en nanoalambres César Gabriel Galván Peña (*cesar.galvan@uaslp.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Fernando Ruiz González (*fruiizgonzalez@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Se sabe que el aluminio en bulto es superconductor a temperaturas menores a 1 K, mientras que las nanopartículas de aluminio presentan formación de pares de Cooper hasta los 100 K, sin que se manifieste la superconductividad. Esto indica que la reducción de dimensiones del sistema podría aumentar la temperatura crítica de un superconductor. En este trabajo, a partir del modelo de Hubbard extendido se resolvieron las ecuaciones de Bogoliubov-de Gennes, obteniendo la brecha superconductora tanto en simetrías s como d para nanoalambres. Nuestros resultados muestran que la temperatura crítica aumenta debido al confinamiento cuántico conforme se disminuye el grosor, hasta llegar a un punto máximo después del cual, si se sigue reduciendo el tamaño del nanoalambre, la temperatura crítica disminuye debido al criterio de Anderson.

11:00-13:00 Reconstrucción y estructura de bandas de TaS2 *Salvador Sánchez Velázquez (*sanchezsalvador084@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Jorge Alberto Vargas Téllez (*jvargas@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

El TaS2 es un dicalcogenuro de metal de transición (TMD) con uno de los diagramas de fase más ricos en estructuras. Sus fases se pueden agrupar en commensurables, cercanamente commensurables y no commensurables dependiendo del rango de la reconstrucción que sucede bajo diferentes condiciones. Se ha encontrado que a temperatura ambiente ocurre una reconstrucción en el que los átomos de Tantalio se mueven formando “estrellas de David”. Sin embargo, el apilamiento de las diferentes capas puede llevar a una estructura hexagonal o una triclinica. En este trabajo se estudian dichos apilamientos y las consecuencias que tiene en su estructura de bandas utilizando un paquete basado en la teoría del funcional de la densidad.

Estado Sólido - LXV-005954

11:00-13:00 Estudios de las propiedades optoelectrónicas básicas del borofeno prístino y dopado con Al y Ga por medio de DFT. Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Karla Arely Rodríguez Magdaleno (*karelyrod@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Flavio Manuel Nava Maldonado (*flavionava@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Jose De Jesus Alvarado Goytia (*jesus.alvarado@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En la actualidad, los materiales bidimensionales son ampliamente estudiados tanto teórica como experimentalmente, ya que son prometedores para aplicaciones electrónicas, fotocatalizadoras y optoelectrónicas, por mencionar algunas de las más importantes, sin dejar de lado el interés en sus propiedades desde el punto de la ciencia básica. Tras el descubrimiento del grafeno, se han llevado a cabo muchas investigaciones para descubrir alótropos bidimensionales de otros elementos y sus heteroestructuras, entre los cuales se encuentra el borofeno, que debido a las interesantes propiedades físicas y químicas, como lo son su excepcional complejidad estructural, dureza extrema y alta estabilidad química, ha llamado mucho la atención, por lo que en este trabajo estudiaremos el borofeno, desde el punto de vista de sus propiedades optoelectrónicas básicas. Se calculará sistemáticamente las propiedades de interés como lo es la estructura de bandas y densidad de estados dentro de los cálculos de la teoría funcional de la

densidad (DFT, por sus siglas en inglés) para una monocapa de borofeno y para una capa de borofeno con impurezas de Al y Ga. Todo lo anterior en SIESTA (acrónimo para “Spanish Initiative for Electronic Simulations with Thousands of Atoms”) que es un método y un programa computacional para cálculos de estructura electrónica. Haremos el estudio con los funcionales LDA y GGA y discutiremos de sus propiedades desde el punto de vista básico.

Estado Sólido - LXV-006025

11:00-13:00 **Construcción de un filtro elástico para ondas flexionales en barras de aluminio** Rafael Alberto Méndez Sánchez (*mendez@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;

María Gabriela Báez Juárez (*gbaz@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

Enrique Flores Olmedo (*efo@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

Arturo Arreola Lucas (*aal@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco;

*Sara Neftalí Martínez García (*sara.neftali@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; *Expositor.

En este trabajo se presenta el análisis, diseño y construcción de un filtro elástico para ondas flexionales en un medio estructurado de aluminio. Para realizar tal propósito, primero se resuelven las ecuaciones correspondientes dentro del marco teórico de vigas de Timoshenko, usando el método de Poincaré para diferentes estructuras. El método se aplica a una viga localmente periódica y se obtiene la estructura de bandas en función del factor de llenado (o de la periodicidad de la estructura de la barra). Cada factor de llenado produce diferentes bandas de frecuencia permitida y prohibida. Se seleccionaron dos valores del factor de llenado de tal manera que una banda de la primera barra se superpone con una banda prohibida de la segunda barra. Una tercera viga, compuesta por mitades de las dos estructuras anteriores presenta una composición en la estructura de bandas de las dos primeras. Las barras finalmente se construyen y las vibraciones de flexión se miden mediante espectroscopía de resonancia acústica. Los resultados experimentales muestran un excelente acuerdo con la teoría, mostrando un filtro de banda ancha para el control de las ondas de flexión.

Estado Sólido - LXV-006081

11:00-13:00 **Adsorción de acetona por medio de la monocapa de germanio para un potencial diagnóstico de diabetes.** Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

Alvaro Miranda Duran (*amirandad@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

Sara Elizabeth Pérez Figueroa (*zhehpzfa@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

Akari Narayama Sosa (*asosacamposeco@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

Jose Eduardo Santana Sanchez (*jesantanas1700@alumno.ipn.mx*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán;

*Alejandro Barranco Sainz (*alejandrobarrancosk@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán; *Expositor.

Según datos del INEGI, 151,019 mexicanos fallecieron por diabetes en el 2020, lo cual, en proporción, equivale a un 14% del total de defunciones en el país. La tasa de mortalidad por diabetes en ese año fue de 11.95 personas por cada 10 000 habitantes y cada año va en incremento. Uno de los puntos clave para el tratamiento exitoso de la diabetes, es la detección temprana ya que es un problema que nos aqueja no solo en México sino también a nivel mundial. Los cuerpos cetónicos o acetona son productos de desechos de grasa, esto pasa cuando el cuerpo reemplaza la grasa por el azúcar para generar energía, las personas con diabetes las producen cuando no tienen suficiente insulina para meter la glucosa en las células, por lo tanto, la acetona es un buen indicador de diabetes. Por otro lado, desde el descubrimiento del grafeno, las nanoestructuras bidimensionales, tales como fosforeno, estaneno, siliceno y germaneno, han atraído gran interés a la comunidad científica. Sus propiedades novedosas y únicas, como la alta relación superficie/volumen, flexibilidad y sensibilidad, lo convierten en un material ideal para diferentes campos de investigación y numerosas aplicaciones. Por lo tanto, se propone la monocapa de Ge como material base para la detección de moléculas de acetona y un potencial diagnóstico de diabetes. La molécula de acetona interaccionó en dos distintas posiciones, con su átomo de oxígeno y por su contraparte metil (CH₃). Los resultados sugieren que la molécula de acetona presenta una quimisorción al interaccionar con la monocapa de Ge, obteniendo energías de adsorción de 3.49 eV y 3.33 eV para el caso donde interacciono con su átomo de O y para su interacción con la contraparte de CH₃, respectivamente. Este estudio puede proporcionar información útil para desarrollo de dispositivos de biodetección basados en germaneno.

Estado Sólido - LXV-006093

11:00-13:00 **Síntesis de nanocristales de ZrO₂:Yb³⁺ para la obtención de láseres aleatorios.** Anabel Romero López (*anabelrl@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*María Eunice De Anda Reyes (*mdeanda@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Rosmarbel Morales Nava (*morales.rosmarbel@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

Alfredo Díaz De Anda (*adiaz@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

En este trabajo presentamos la síntesis de nanocristales de ZrO₂ dopados con tierras raras con Yb y Er, en diferentes concentraciones del 2 al 8 % mediante el uso de la técnica de Sol-gel. Este trabajo de síntesis tiene como objetivo el uso de los nanocristales dopados en aplicaciones de óptica, como lo es la obtención de láseres aleatorios. Las propiedades espectrales, concentraciones y la caracterización cristalográfica de estos nanomateriales fue llevada a cabo mediante el uso de Espectrofotometría de UV-Vis en polvos, Espectroscopía de Fotoluminiscencia, Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), y Difracción de Rayos X (XRD).

Estado Sólido - LXV-006155

11:00-13:00 Efecto de la funcionalización en la capacidad de almacenamiento de H₂ en SnC bidimensional dopado. Alvaro Miranda Durán (*amirandad.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

Alma Lorena Marcos Viquez (*almalorenamarcos@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

José Eduardo Santana Sánchez (*jesantanas1700@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional;

Brandom Jhoseph Cid Lobaco (*brandom.cid.gin2019@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

*Ángel Ramón Montoya García (*amontoyag1400@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

El hidrógeno es una de las mejores alternativas para satisfacer la demanda futura de energía sostenible y ecológica, debido al uso de este como fuente de energía limpia y renovable. Sin embargo, presenta un problema importante, que es su almacenamiento. En el presente trabajo se investiga la capacidad de almacenamiento de hidrógeno en carburo de estaño bidimensional (2DSnC), estudiando 9 modelos: dopados con Al, B o Ga y funcionalizado con Li, Na o K. El estudio se desarrolla con cálculos a primeros principios a través de la teoría del funcional de la densidad. Se observó que el sitio más estable para la adsorción de los metales alcalinos utilizados para funcionalizar en la monocapa dopada es arriba del centro de un hexágono, donde el átomo dopante es un vértice de este. Los resultados muestran que el Li, Na y K se quimisorben en los modelos de 2DSnC dopados, por lo que el dopaje ayuda al Li, Na y K a mejorar la unión con la monocapa. Posteriormente, se fueron agregando moléculas de hidrógeno alrededor de estos átomos metálicos, los resultados indican que las moléculas están ligeramente fisorbidas, con

una energía de adsorción para el Li con 3 moléculas de H₂ adsorbidas para todos los casos sin importar el elemento dopante, con valores cercanos entre 0.22 a 0.25 eV. El caso funcionalizado con Na absorbe hasta 5 moléculas de H₂ con energías de adsorción de 0.21. Por último, el caso de K, se adsorben hasta 5 moléculas de H₂ para los casos dopados con Al y Ga, y en el caso del B hasta 6 moléculas de H₂ con una energía de adsorción de 0.206 eV. Los resultados muestran que todos los casos estudiados de moléculas de H₂ adsorbidas sobre 2DSnC dopado decorado con Li, Na y K son energéticamente favorables para su posterior desorción, lo que refleja que el 2DSnC decorado tendría potencial aplicación como material aplicado al almacenamiento de hidrógeno

Estado Sólido - LXV-006191

11:00-13:00 Detección y adsorción de amoníaco en monocapas de SnC funcionalizadas Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

Luis Antonio Pérez López (*laperez@gmail.com*), UNAM;

Álvaro Miranda Durán (*amirandad@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

Alma Lorena Marcos Viquez (*alma.marcos.gin2016@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

José Eduardo Santana Sánchez (*eduardo.santana.gin.2017@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

*Kevin Jafet García Caraveo (*kevin.garcia.gin2020@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

El amoníaco (NH₃) es una sustancia química que se produce de forma natural por seres humanos, animales y plantas. Es un gas incoloro de un olor muy penetrante y característico. Esta sustancia también se produce de forma industrial principalmente para la elaboración de fertilizantes y en menor medida para aplicaciones en textiles, plásticos, refrigerantes, productos de limpieza, etc. La exposición a niveles altos de NH₃ en el aire puede irritar la piel, ojos, garganta y pulmones, también puede producir tos y quemaduras. La exposición a niveles muy altos de NH₃ durante tiempos prolongados puede causar daño pulmonar e incluso la muerte. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. (OSHA, por sus siglas en inglés) ha establecido un límite de 25 partes de NH₃ por millón de partes de aire (25 ppb) en el trabajo durante una jornada de 8 horas diarias y un límite de exposición breve (15 minutos) de 35 ppm. Las nanoestructuras bidimensionales (2D) son nanomateriales que han sido investigados extensivamente como sensores de gases y moléculas. Se ha reportado que la funcionalización de los nanomateriales 2D puede mejorar su capacidad para interaccionar con diferentes moléculas. En este trabajo se estudian mediante cálculos a primeros principios basados en la teoría DFT, los efectos de la funcionalización con diferentes átomos metálicos (alcalinos, alcalinotérreos y de transición) en la

adsorción y detección de NH₃ en monocapas de carburo de estaño (2DSnC). Se estudiaron las propiedades electrónicas, energías de adsorción, transferencias de carga, tiempos de recuperación y conductividad para analizar la viabilidad de la aplicación de este nanomaterial para la detección y adsorción de NH₃. Los resultados muestran una fuerte adsorción de los átomos metálicos en la monocapa, también se observa que la adsorción de NH₃ en la monocapa es del orden de fisisorción.

Física Atómica y Molecular - LXV-004678

11:00-13:00 **Síntesis y caracterización estructural del sistema $Sn_{1-x}Te_x$** Eugenia Paola Arévalo López (*paola.avevalo@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Martín Romero Martínez (*mromero@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Raúl Escamilla Guerrero (*raulleg@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México;

María Luisa Marquina Fábrega (*marquina@unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Adriana Benítez Rico (*adriana.benitez@lasalle.mx*), Universidad la Salle;

José Luis Rosas Huerta (*joseluis_rosas@comunidad.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Guillermo Aldair Sánchez Raudry (*aldair.raudry97@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El estudio de calcogenuros binarios ha ido en aumento en los últimos años, debido al descubrimiento de los aislantes topológicos. Este tipo de materiales presentan características eléctricas duales, pueden comportarse como materiales conductores en la superficie y como aislantes en el bulto [1]. El descubrimiento de los materiales $Bi_{1-x}Sb_x$, $Sn_{1-x}Sb_x$ y $Bi_{1-x}Se_x$ como topológicamente no triviales [2-4], los convierte en posibles candidatos para ser considerados como superconductores topológicos (ST) [3]. Los ST muestran estados metálicos en la superficie mientras que en el bulto son superconductores. Los estados superficiales constan de fermiones de Majorana, lo que los hace adecuados para la computación cuántica.

En este trabajo se llevó a cabo la síntesis del sistema $Sn_{1-x}Te_x$, con $x = 0.25$ y 0.50 , por reacción de estado sólido en atmósfera inerte. El estudio acerca de la pureza del compuesto, así como de la estructura cristalina se efectuó mediante la técnica de difracción de rayos X. La estructura cristalina que presenta es cúbica con grupo espacial $Fm\bar{3}m$ (No. 225). Posteriormente, se llevó a cabo el refinamiento por el método de Rietveld con la finalidad de

describir cómo se modifica la estructura cristalina debido a los cambios en la estequiometría del compuesto.

[1] Zhang H.-J. et al. Phys. Rev. B 2009, 80, 085307. [2] Taskin A. A. et al. Phys. Rev. B 2009, 80, 085303. [3] Liu B. et al. Phys. Rev. Materials 2019, 3, 084603. [4] Zhang J.-B. et al. Appl. Surf. Science 2019, 28, 532-536.

Agradecimientos: Este proyecto ha sido parcialmente financiado por los proyectos DGAPA-UNAM IA105121, IN100222 e IN101421. J. L. Rosas-Huerta agradece la beca otorgada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico: Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM y al Centro de Supercómputo - DGTIC-UNAM.

Física Atómica y Molecular - LXV-004686

11:00-13:00 **Síntesis y caracterización de la estructura cristalina por difracción de rayos X del sistema $Co_xBi_2Se_3$** Eugenia Paola Arévalo López (*paola.avevalo@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.;

Raúl Escamilla Guerrero (*raulleg@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México;

Martín Romero Martínez (*mromero@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Lázaro Huerta Arcos (*lazaroo@im.unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México;

María Luisa Marquina Fábrega (*marquina@unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Jorge Pilo (*jorge.pilo.ipn@gmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Sebastian León Arenal (*sebastian.leon@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los aislantes topológicos presentan una nueva estructura cuántica en la materia; se caracterizan por conductividad en la superficie mientras que el bulto actúa como aislante. Algunas aleaciones binarias presentan este comportamiento y sus propiedades físicas se pueden modificar al dopar la estructura cristalina con metales, en algunos casos se ha observado magnetismo, cambios en el tipo de los portadores de carga y superconductividad. El Bi_2Se_3 cristaliza en una estructura romboedra con grupo espacial $R\bar{3}m$ (No. 166) y se pueden introducir dopantes en sitios de bismuto o intercalados entre capas quintuples dentro de la estructura. En este trabajo se realizó la síntesis en estado sólido en atmósfera inerte del Bi_2Se_3 utilizando cobalto como dopante: $Co_xBi_2Se_3$ con $x=0.1$ y 0.2 . La caracterización estructural se efectuó mediante difracción de rayos X en

polvos y se empleó el refinamiento estructural por el método de Rietveld para ajustar los parámetros de red.

Agradecimientos: Este proyecto ha sido parcialmente financiado por los proyectos DGAPA-UNAM IA105121, IN100222, IN101421. J. Pilo agradece la beca otorgada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico: POSDOC-UNAM y al Centro de Supercómputo - DGTIC-UNAM.

Física Atómica y Molecular - LXV-005327

11:00-13:00 **Estudio de la dinámica de expansión de nanoplasmas mediante pulsos laser de NIR** *Louis Franklin Dimauro (dimauro.6@osu.edu), The Ohio State University;*

Pierre Agostini (clamat27@gmail.com), The Ohio State University;

Li Fang (li.fang@ucf.edu), University of Central Florida;

Vyacheslav Leshchenko (leshchenko.1@osu.edu), The Ohio State University;

Bryan Smith (smith.10851@buckeyemail.osu.edu), The Ohio State University;

**Abraham Camacho Garibay (camachogaribay.1@osu.edu), The Ohio State University; *Expositor.*

Los agregados de gases nobles son sistemas de gran interés debido a su densidad de sólido y tamaño finito de orden nanométrico, que les permite absorber eficientemente grandes cantidades de energía cuando son expuestos a pulsos laser intensos, mucho mayores a las absorbidas por gases o incluso sólidos. Esa fuerte absorción se traduce en la eventual desintegración del clúster, durante la cuál emite iones y electrones de alta energía. A pesar de numerosos esfuerzos tanto experimentales como teóricos, muchos aspectos de la expansión y relajación de los clústers continúan sin ser completamente entendidas. Es sabido que los nanoplasmas poseen una frecuencia característica asociada con su densidad de carga, la cuál cambia en el tiempo conforme el sistema se expande. Si el sistema es expuesto a un segundo pulso laser con frecuencia adecuada, esta excitación resonante resulta en una absorción adicional de energía y la producción de iones aún más energéticos. Es por tanto posible, al menos en principio, mapear y seguir la evolución de la densidad electrónica del sistema mediante el uso de pulsos de longitud de onda variable para obtener un vistazo de la evolución temporal del nanoplasma. Exploramos esta idea tanto experimental como teóricamente utilizamos un esquema de pump-probe con barrido de longitud de onda, midiendo el espectro de energía cinética de los iones. Una serie de barridos es obtenida para longitudes de onda que van desde 1.0 hasta 2.5 μm , obteniéndose un mapeo con resolución temporal de la densidad y tamaño del clúster. Estos resultados se complementan con simulaciones de dinámica molecular,

permitiéndonos entender mejor algunos de los aspectos más sutiles de la expansión del clúster.

Física Atómica y Molecular - LXV-005393

11:00-13:00 **Propiedades estructurales, elásticas y electrónicas del $Fe_xBi_{2-x}Te_3$: cálculos ab initio** *Martín Romero Martínez (mromero@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Raúl Escamilla (raulleg@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México;

Adriana Benitez Rico (beniadriana@gmail.com), Facultad de Ciencias Químicas, Universidad La Salle;

Héctor Muñoz (hector.munoz.gin.2018@gmail.com), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional;

Jaime E Antonio Pallares (jaime.antonio.gin2017@gmail.com), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional;

Jorge Pilo (jorge.pilo.ipn@gmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

José Luis Rosas Huerta (joseluis_rosas@comunidad.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Eugenia Paola Arévalo López (paola.arevalo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Existen aleaciones binarias que muestran un nuevo estado cuántico de la materia conocido como aislantes topológicos, donde el material muestra un comportamiento topológico no trivial en el que presenta conductividad en la superficie mientras que en el bulto es aislante, como en Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3 y Sb_2Te_3 . Las propiedades físicas de estos compuestos se pueden modular al introducir diversos metales en la estructura cristalina, en algunos casos se ha observado superconductividad, magnetismo o cambio en el tipo de portadores de carga. El Bi_2Te_3 cristaliza en una estructura romboedral con grupo espacial R-3m (No. 166), además, se pueden modificar sus propiedades electrónicas al sustituir a Bi con el dopante.

En este trabajo se efectuaron cálculos ab initio del compuesto $Fe_xBi_{2-x}Te_3$ donde $x = 0.0, 0.1, 0.2$ y 0.3 . Los cálculos se realizaron mediante el código CASTEP [1-2] bajo la aproximación de gradiente generalizado (GGA) con el funcional de intercambio y correlación PBE para sólidos (PBEsol) [3-4]. Se realizó la optimización geométrica del sistema, se calcularon las constantes elásticas y los parámetros asociados a dichas constantes, como son módulo de Young, módulo de corte, relación de Poisson, dureza de Vickers, así como temperatura de Debye y velocidad del sonido promedio. Además, se realizaron cálculos de densidad de estados electrónicos y estructura de bandas en el sistema.

Los autores agradecen el apoyo brindado por el programa UNAM-DGAPA-PAPIIT (IA105121, IN100222, IN101421) y al Centro de Supercómputo - DGTIC-UNAM. J. Pilo y J. L. Rosas-Huerta agradecen la beca posdoctoral otorgada por la DGAPA. J. E. Antonio agradece el apoyo de CONACyT y BEIFI-IPN.

- [1] S.J. Clark et al. *Z. Kristallogr.* 220 (2005) 220.
- [2] M.D. Segall et al. *J. Phys. Condens. Matter* 14 (2002) 2717.
- [3] M. Ernzerhof et al. *J. Chem. Phys.* 110 (1999) 5029–5036.
- [4] J. P. Perdew et al. *Phys. Rev. Lett.* 100 (2008) 136406.

Física Atómica y Molecular - LXV-005583

11:00-13:00 **Estudio ab-initio para la fluorescencia de luteolina en vacío y metanol** **Esteban Delgado Curiel (estebandelgadocuriel@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Germán Daniel Vázquez León (daniel1993vl@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
Alexandra Deriabina (taxifolina@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

La luteolina (L) es uno de los flavonoides más comunes que existen y se encuentra en distintos tipos de plantas, incluyendo algunas frutas, vegetales y hierbas medicinales [1]. Estudios preclínicos han demostrado que este flavonoide posee una gran variedad de actividades farmacológicas, incluyendo actividades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas [2]. En este trabajo se estudian sus propiedades de absorción y emisión utilizando el método TDDFT/M06-2X/6-31++G(d,p) con el esquema PCM para metanol y vacío, bajo la teoría ES IPT[3] (Excited State Intramolecular Proton Transfer) en el programa Gaussian16[4]. Los cálculos mostraron que en los disolventes utilizados: metanol y vacío, en estado excitado tienen mínimos locales, con todas las frecuencias positivas en las configuraciones L-enol y L-keto O5. Para el estado fundamental solo se obtienen mínimos de energía para la configuración L-enol. Las longitudes de onda para la absorción de L-enol resultan entre [291.85] nm y [258.81] nm, y para la emisión [623.18] nm para keto O5 y [380.50] nm en metanol notando similitud con los datos experimentales y con otros flavonoides. [1] H.-M. Lin, Yong; Shi, Ranxin; Wang, Xia; Shen, “Luteolin, a Flavonoid with Potential for Cancer Prevention and Therapy,” *Curr. Cancer Drug Targets*, vol. 8, 2008. [2] M. Lopez-Lazaro, “Distribution and Biological Activities of the Flavonoid Luteolin,” *Mini Rev. Med. Chem.*, vol. 9, 2009. [3] Tong, C.; Shi, F.; Tong, X.; Shi, S.; Ali, I.; Guo, Y. “Shining Natural Flavonols in Sensing and Bioimaging.” *TrAC Trends Anal. Chem.* 2021, 137, 116222, doi:10.1016/j.trac.2021.116222. [4] Bauernschmitt, R.; Ahlrichs, R. “Treatment of Electronic Excitations within the Adiabatic Approximation of Time De-

pendent Density Functional Theory”. *Chem. Phys. Lett.* 1996, 256, 454–464, doi:10.1016/0009-2614(96)00440-X.

Física Cuántica - LXV-004489

11:00-13:00 **Teorías Cuánticas Relativistas** *Jesús Eduardo Loera Casas (jesusloera45@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas UANL;*

Jesús Emmanuel Román Acosta (jera26122000@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas UANL;
**César Efrén Valladares Rocha (cesarefrenvr@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas UANL;*
**Expositor.*

José Rubén Morones Ibarra (rubenmorones@yahoo.com.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas UANL;

La ecuación de Schrödinger describe la dinámica de partículas no relativistas. Para estudiar la física de partículas de alta energía necesitamos incorporar la teoría especial de la relatividad. Al imponer a las ecuaciones diferenciales de movimiento la condición de invarianza de Lorentz obtenemos el resultado sorprendente de que algunas de las ecuaciones necesitan ser formuladas en una representación tal que la función de onda $\Psi(\vec{r}, t)$ requiere de varias componentes. Estas componentes estarán relacionadas con atributos físicos nuevos que son asociados con el espín y la antimateria. En este trabajo se muestra cómo se construyen las teorías cuánticas relativistas y la forma en la que de manera natural y como consecuencia de la simetría de Lorentz, aparecen el espín 1/2 y la predicción de la existencia de antimateria.

Física Cuántica - LXV-004704

11:00-13:00 **Estados coherentes para el potencial Pöschl-Teller con integrales de camino** *Freddy Jackson Poveda Cuevas (jacksonpc@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Francisco Javier Cárcamo Verde (carcamoverdef@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los estados coherentes o estados de Glauber para el potencial de oscilador armónico (OA) pueden ser construidos a partir de los estados propios del operador de aniquilación. Una propiedad interesante de estos estados es que en su forma funcional obedecen una ecuación de movimiento clásica y, además forman una base no-ortogonal y sobre completa. Siguiendo la misma línea de pensamiento, los potenciales de Pöschl-Teller (PT), ya sea el hiperbólico o el trigonométrico, pueden ser abordados tanto del punto de vista clásico como del cuántico. De hecho, podemos tratar los potenciales tipo PT como osciladores armónicos “deformados”, ya que los valores propios del OA están igualmente espaciados mientras, que los del potencial PT no lo están, pero en valores alrededor del mínimo de

energía tienen el mismo comportamiento. Esto nos lleva a deducir que el PT también tiene estados coherentes asociados. El objetivo de este trabajo es construir la integral de camino del potencial PT en la base de estados coherentes y comparar las diferencias con los propagadores en estados coherentes del OA.

Física Cuántica - LXV-004941

11:00-13:00 **Bound states of Morse Potential on constant mass regime by means of the Factorization Method** *Federico Javier Guerrero Tovar (*fguerrerosf@gmail.com*), UPIITA-IPN; *Expositor.

In this work we consider the factorization method in order to construct a family of Morse-type potentials in the constant mass case. It is shown that the factorization condition allows the setting of two intertwining relations that provide a technique to obtain the spectrum as well as the corresponding wave-functions in the bound states regime. Some examples are presented to illustrate our results.

Física Cuántica - LXV-005708

11:00-13:00 **Sistema cuántico con masa dependiente de la posición : Potencial singular y restricciones** Jesús García Ravelo (*jegarciar@ipn.mx*), ESFM-IPN; José Juan Peña Gil (*jjpg@correo.azc.uam.mx*), ESFM-IPN;

*Elsa Leticia Arcos Díaz (*lety.s.d.vargas@gmail.com*), ESFM-IPN; *Expositor.

En este trabajo se estudia un sistema cuántico unidimensional, no relativista con distribución de masa dependiente de la posición con un salto abrupto en una posición arbitraria. Resolviendo la ecuación de Schrödinger de un Hamiltoniano compuesto por el operador de energía cinética de Jonas $\hat{T} = \frac{1}{6} [m(x)^{-1} \hat{p}^2 + \hat{p} m(x)^{-1} \hat{p} + \hat{p}^2 m(x)^{-1}]$ y un potencial singular, $V(x) = -a\delta + b\delta'$. Donde el operador de Jonas depende de la posición y $a > 0$ y b . Se encuentran las extensiones autoadjuntas del hamiltoniano asociadas a las condiciones de frontera para la distribución de masa previamente obtenidas. Esto con el objetivo de deducir el valor de b válido para este sistema, el cual depende de los valores de la distribución de masa antes y después del salto abrupto. Se concluye que si $b = 0$, entonces la distribución de masa es constante, y el sistema se reduce al sistema con potencial Delta, ya conocido. Además, si las masas antes y después del salto son iguales, entonces $b = 0$. De esta manera, nuestro enfoque para encontrar el valor de b es consistente con el de M. Gadella usando el operador de von Roos.

Física Cuántica - LXV-006045

11:00-13:00 **Transporte de un electrón de espín semientero en una trayectoria cerrada** Jorge Alejandro Bernal Arroyo (*jorge_bernalarroyo@hotmail.com*), Universidad Juárez autónoma de tabasco; *Melkisedec García López (*melki2098@gmail.com*), Universidad Juárez autónoma de tabasco; *Expositor.

En éste trabajo se estudia la ecuación de Dirac para el movimiento de un electrón en un campo magnético uniforme, a partir de la estructura de corriente en la dirección azimutal, en las componentes que transforman las matrices de Dirac, de modo que se obtienen valores promedio en cantidades de momento angular orbital, para los diferentes estados de la interacción con el campo magnético.

Física de Radiaciones - LXV-005352

11:00-13:00 **Repositorio de material audiovisual para el Taller de Física de Radiaciones del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM** Jorge Torres Hernández (*jth.relATIVO@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Hugo Evelio Vázquez Hernández (*ankario_ventolin@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Kevin Alonso Vera De Nova (*denova@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Luis Ángel Juárez Morales (*angeljum17@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Erika Mayela Ramírez Barbosa (*eri_mitl@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Patricia Raquel Avilés Mandujano (*pamm@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El Taller de Física de Radiaciones (TFR-1) es un laboratorio que fue diseñado inicialmente para la docencia de las materias optativas del área de física de radiaciones de la licenciatura de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM. A través del tiempo ha evolucionado para que en la actualidad se le identifique como el Taller de Física de Radiaciones I, el cual se encuentra ligado al Taller de Radiaciones II (preparado de muestras para el análisis en el Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores e isótopos cosmogónicos). En este trabajo se presenta la primera versión de un repositorio de material audiovisual para la realización de prácticas de laboratorio de los cursos del área de la física de radiaciones y temas afines para las licenciaturas de Física y Física Biomédica, principalmente. El material incluye las guías de las prácticas, infografías, presentaciones para PC y videos cortos. Los materiales se presentan agrupados en secciones de equipos y materiales, prácticas de seguridad radiológica, prácticas de dosimetría de la radiación, espectrometría

gamma, espectrometría visible y datos típicos de diversos experimentos, además la dirección de la página web del Taller de Física de Radiaciones. Este trabajo fue patrocinado por el proyecto PAPIME PE104515 y PE109521.

Física de Radiaciones - LXV-005811

11:00-13:00 **Method for the identification of ^{60}Co in an industrial gamma irradiator** Jorge Flores Callejas (*jorge.flores@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares;

José Ángel Benítez Salinas (*jose.benitez@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares;

Teodoro García Medina (*teodoro.garcia@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares;

Marco Antonio Ruiz Cristóbal (*marcoa.ruiz@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares;

*Arturo Ángeles Carranza (*arturo.angeles@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

This study presents a method for the identification of a set of radioactive sources of ^{60}Co in an industrial irradiator. This identification was requested by the Mexican regulatory agency in nuclear matters. To meet this requirement, a procedure was developed to make the identification using the gamma spectrometry method. The complexity in the measurement lies in the fact that the set of sources has an activity of 500,000 Ci of ^{60}Co and the identification is complicated because with this intensity one has to have a strategy to reduce the phenomenon of saturation, pile up and dead time and achieve that photopeaks generated in the gamma spectrum of the gamma energies of ^{60}Co are clearly visible.

A low efficiency and relatively high resolution CZT detector was selected, which was placed in an acrylic box with a collimated lead shield to carry out the measurements inside the irradiator pool to reduce scattered radiation and to be able to clearly determine the spectrum gamma of ^{60}Co .

Física de Radiaciones - LXV-005905

11:00-13:00 **A classroom alternative to simulate radioactive decay of nuclei** Carlos Vázquez López (*culopez@fis.cinvestav.mx*), Departamento de Física. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;

*José Elías López Cruz (*elopez@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

There are many methods that simulate the radioactive decay of various unstable nuclei, these methods range from mechanical (1) to electronics (2) and computers (3).

In this work, a method is proposed that consists of a kind of lottery game in which a not-so-large number of stu-

dents participate -about 40 of a group of undergraduates, for example- Each one of the students is asked to write a set of random numbers between 1 and 50, let's say about 20, together we will have 800 numbers that represent the unstable nuclei. Someone is then asked to choose a range of numbers, for example from 11 to 15, and they are asked to cross off all the numbers that match that range on their list.

There will be about 80 that cross out, which represents the nuclei that decayed. You now have 720 surviving nuclei. With the numbers that were not crossed out, now someone decides to cross out the numbers in the range of 46 to 50, now there will be about 72, and 648 survive. The procedure is repeated now with the numbers 21 to 25, with which some 65 and 583 survive. Each time you ask to cross out, a time interval is defined to record the "nuclear radiation". Repeating this procedure several more times with different ranges of size 5 will give you 525, approximately, then 473, 426, etc. We have a simulation quite close to the reality of what happens in radioactive decay. If the results of the surviving nuclei were plotted as a function of the number of plays, we will observe that $N(t) = 800\exp(-0.107t)$, and with the numbers that were "winning" we will have the way in which the number of stable nuclei will grow, which will be given by $N_{st} = 800[1 - \exp(-0.107t)]$.

1. C. E. Swartz, *Used Math*, pp. 59-61, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, (1973)

2. Electronic analog of radioactive decay, F. J. Wunderlich and Mark Peastrel, *Am. J. Phys.* vol 46, p. 189 (1978)

3. Computer Simulation of Rad. Decay, K. E. Jesse, *The Physics Teacher* vol. 41, p. 542, (2003)

We acknowledge Conacyt and VIEP-BUAP.

Física de Radiaciones - LXV-006101

11:00-13:00 **Study of Gamma Radiolysis of Clays** Adriana Meléndez-López (*adriana.melendez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México;

Alejandro Heredia (*aheredia@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Isabel Gamboa De Buen (*gamboa@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Benjamín Leal Acevedo (*benjamin.leal@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM;

Sergio Ramos-Bernal (*ramos@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Jorge Cruz-Castañeda (*jorge.cruz@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Alicia Negrón Mendoza (*negron@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Clays are solids widely used in different disciplines due to their physicochemical properties. Studying the radiation-matter interaction on these solids must be fundamental to consider them in interdisciplinary, multidisciplinary, and interdisciplinary topics. Montmorillonite, attapulgite, hectorite, kaolinite, and saponite were subjected to high doses of gamma radiation in the Gammabeam 651PT source at the ICN-UNAM. The principal goal of this study was to know the changes in their structures after high gamma radiation fields. The results of this interaction were analyzed by ATR-IR spectroscopy, XRD, and EPR techniques, allowing us to analyze an alteration in the structures of clays.

Física de Sistemas Complejos - LXV-005014

11:00-13:00 **Movimiento “run-and-tumble”: transiciones entre estados internos sin reciprocidad.**

**Julio César Rubén Romo Cruz (julio.cesar.ruben@hotmail.com), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Francisco Javier Sevilla Pérez (fjsevilla@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

En este trabajo se expone una extensión de movimiento activo unidimensional (run-and-tumble) que considera tres estados de velocidad de autopropulsión y transiciones no recíprocas entre ellos. Esta última característica incorpora, además de la autopropulsión, un elemento adicional de no equilibrio en la dinámica la cual da origen a novedosos efectos de este proceso difusivo.

Física de Sistemas Complejos - LXV-005664

11:00-13:00 **Estudio de la Energía Ciclónica Acumulada en el Pacífico Noroeste con herramientas de sistemas complejos** *Klaus Fraedrich (klaus.fraedrich@mpimet.mpg.de), Max Planck Institute of Meteorology;*

Gerardo García Naumis (naumis@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Elio Roca Flores (elioroca@gmail.com), Instituto Tecnológico de Aguascalientes;

**Erick Alejandro Madrigal Solís (erick.madrigal8089@alumnos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

La naturaleza compleja de los ciclones tropicales ha sido reconocida constantemente, pero pocos trabajos utilizan herramientas propias de los sistemas complejos para estudiar su dinámica. Analizar estos sistemas desde la perspectiva de la complejidad puede permitir entender los efectos del calentamiento global sobre esta clase de fenómenos. En este trabajo se estudia la Energía Ciclónica Acumulada (ACE, por sus siglas en inglés) anual en el Pacífico Noroeste, la cuenca con actividad ciclónica más abundan-

te, desde una perspectiva basada en análisis de datos. Se utilizan métodos estadísticos y de dinámica no lineal para caracterizar la dinámica subyacente a la actividad ciclónica. En el análisis estadístico se estudia la serie de tiempo de la ACE y se calculan los momentos con el fin de estudiar la estacionalidad. Se estudia la periodicidad mediante la función de autocorrelación y, mediante la estadística de ranqueo, se identifican fases, valores atípicos y puntos críticos. En cuanto al estudio dinámico, se estudia la predictibilidad de los datos mediante el mapeo de retorno y se analiza la memoria a largo plazo con el exponente de Hurst. Por último, se determinan los grados de libertad mínimos para caracterizar la serie de tiempo calculando la dimensión del atractor. Estas pruebas permiten identificar dos tipos de temporadas ciclónicas y la presencia de distintos forzamientos en la actividad ciclónica.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-004548

11:00-13:00 **TENSOR DE PRESIÓN EN UNA INTERCARA CILÍNDRICA** *José Guadalupe Segovia López (jose.segovia@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas.;*

**Carlos Manuel López Arellano (182a12019@alumno.ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas.; *Expositor.*

Usando la teoría de funcionales de la densidad, se describe el comportamiento de un fluido inhomogéneo de un solo componente que se encuentra formando una intercara cilíndrica. Mediante una aproximación de campo medio a la energía libre, se calculan las componentes del tensor de presión para una gota de radio arbitrario. Con estas cantidades se calcula la diferencia de presión de las dos fases, la cual depende del perfil de densidad y del potencial de interacción. Considerando que el rango del potencial de interacción es pequeño comparado con el radio del cilindro, se desarrolla el perfil de densidad en potencias del cociente de estas cantidades. Se se identifican las propiedades microscópicas del sistema, las cuales son consistentes con trabajos previos.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-004744

11:00-13:00 **Análisis de materia activa utilizando microscopía dinámica diferencial.** *Manuel De Jesús Sánchez Miranda (mjsanchezmiranda@gmail.com), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Palenque- Instituto Politécnico Nacional;*

Rosario Esperanza Moctezuma Martiñón (rosario@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

**Sofía Guadalupe Díaz Castillo (sogudica@hotmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

Utilizando la técnica de microscopía dinámica diferencial, realizamos el análisis de un sistema que simula la materia activa y obtuvimos sus propiedades dinámicas y estructurales. Probamos además que la microscopía de dinámica diferencial es un método sencillo y de alto rendimiento que puede ser utilizado para la caracterización de bacterias, microorganismos y materia activa en general. Se programa este modelo utilizando MATLAB.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-004890

11:00-13:00 Reducción del tiempo de cristalización en un sistema de materia granular a través de un enfriamiento escalonado *Fernando Donado Pérez (fernando@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;*

**María De Los Ángeles Escobar López (angeles_escobar19@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

Proponemos un método para reducir el tiempo de cristalización de un sistema bidimensional de partículas magnéticas colocadas sobre una superficie cóncava bajo un campo magnético oscilante. El campo dependiente del tiempo fluidiza las partículas y por medio de su amplitud se controla la temperatura efectiva. El sistema exhibe un comportamiento similar al de un gas cuando la temperatura efectiva es alta. A medida que la temperatura efectiva disminuye, la dinámica de las partículas se ralentiza hasta alcanzar detenerse completamente. Si el enfriamiento es lineal con una pequeña razón de enfriamiento, se logra un arreglo cristalino, cabe destacar que el enfriamiento se realizaba muy lentamente. En el presente trabajo, se muestran resultados que indican que el tiempo de cristalización se reduce mediante el uso de un perfil de enfriamiento escalonado. El perfil de enfriamiento esta compuesto por pasos grandes en los que disminuye el campo magnético y un ancho de paso donde la temperatura efectiva se mantiene constante. Encontramos que, para cada amplitud del paso, disminución del campo magnético, existe un ancho del paso mínimo para lograr la cristalización. Cada combinación está caracterizada por una razón de enfriamiento efectiva y asociado a esta, un tiempo de cristalización. Para el sistema, hemos determinado la combinación altura y ancho del paso que conduce a una cristalización en el menor tiempo posible.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005035

11:00-13:00 Auto-ensamblado de partículas anisótropas sobre superficies esféricas. *José Antonio Moreno Razo (jamr.uam@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa;*

**Yonatan Aldana Saldañas (yuyinclau14@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.*

Con un nuevo modelo de potencial continuo anisótropo y utilizando simulaciones moleculares se estudia el auto-ensamblado de partículas anisótropas tipo Janus (PJ's) sobre superficies esféricas.

Las simulaciones moleculares ofrecen una mejor comprensión en el estudio, análisis y entendimiento de la formación de agregados estructurales en superficies curvas, además es posible tener un mejor control de los parámetros termodinámicos. Los resultados que se presentan se obtuvieron a diferentes temperaturas, densidades y así como también a distintas curvaturas (radio de la superficie esférica). Estudios ya reportados en la literatura hacen mención de la gran relevancia que tienen ciertos sistemas confinados a moverse sobre superficies curvas y además son de gran relevancia en la generación de nuevos materiales, en el estudio de defectos topológicos y en el encapsulamiento de fármacos, por mencionar algunos. Esos reportes solo se enfocan en el estudio de sistemas isotropos en materia activa, partículas simétricas, mezclas binarias, etc. Lo relevante en el presente trabajo es mostrar como las fuerzas atractivas y las fuerzas repulsivas afectan el autoensamblado de PJ's; además como se ve afectado el proceso cinético del auto-ensamble donde la entropía juega un papel de no desorden, generalmente el autoensamblado se reserva para sistemas que se equilibran, para un mínimo de energía.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005207

11:00-13:00 Fundamentación cinética del momento angular para un gas diluido relativista fuera del equilibrio **Alma Rocío Sagaceta Mejía (alma.sagaceta@ibero.mx), Universidad Iberoamericana; *Expositor.*

El interés por los gases relativistas ha ido incrementando en los últimos años debido a que existen nuevas herramientas para poder observar el espacio. En particular en este trabajo se establecerá la ecuación de Boltzmann para un gas en rotación diluido para el caso no-relativista y relativista. Finalmente se expresará la contribución del momento angular fuera del equilibrio, cuyo límite no relativista puede tener una aplicación en el estudio de fluidos no relativistas presentes en la Tierra.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005520

11:00-13:00 Red de Hopfield finita para modelar el proceso de adsorción física *Ramírez Álvarez César Omar (cesaromarramirezalvarez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Adalberto Corella Madueño (adalberto.corella@unison.mx), Universidad de Sonora;

Juan Miguel Castellanos Jaramillo (jmiguelcjb@gmail.com), Universidad de Sonora;

Cristhian Alan Rojo Saucedo (cristiansauseda@gmail.com), Universidad de Sonora;

*Miguel Ernesto Medina León (*medina.leon@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Se utiliza una red neuronal de Hopfield para simular y estudiar el proceso de adsorción de moléculas en una superficie.

La adsorción física es el fenómeno donde las moléculas de un gas se mueven dentro de un recipiente de volumen V y chocan contra las paredes, adhiriéndose a ellas. Nuestra atención se centra en la superficie S , que contiene sitios de adsorción.

Aprovechando la experiencia adquirida en trabajos anteriores sobre la modelación del proceso de oxigenación de la hemoglobina por medio de este tipo de redes, se opta por utilizar un modelo que toma la analogía que existe entre ferromagnetismo, redes de Hopfield y sitios de adsorción en la superficie.

Se obtienen gráficas de la tasa de adsorción respecto a la presión parcial de moléculas en el gas. Se comparan satisfactoriamente los resultados que se obtienen con algunas curvas de adsorción que se muestra en la literatura científica.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005694

11:00-13:00 **Eficiencia de un ciclo Stirling Browniano a máxima potencia** José Inés Jiménez Aquino (*ines@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana;

Norma Sánchez Salas (*nsanchezs@ipn.mx*), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional;

Gabriel Valencia Ortega (*gvalencia@esfm.ipn.mx*), Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México;

*Oliver Contreras Vergara (*ocontrerasv1300@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

A lo largo de este trabajo se aborda el estudio del desempeño de una máquina térmica estocástica en el régimen de máxima potencia. El sistema que se modela en este trabajo consta de una PB en un arreglo de pinzas ópticas, describiendo un proceso cíclico a escala mesoscópica. Siguiendo el esquema planteado por la Energética Estocástica, durante este ciclo se identifican dos escenarios particulares, el primero en el que la partícula efectúa un trabajo como consecuencia de la manipulación externa del sistema óptico. La PB se encuentra en contacto con dos baños térmicos y su dinámica se rige por una ecuación de Langevin en el régimen sobreamortiguado con un potencial tipo armónico, describiendo un proceso análogo al ciclo Stirling. A partir de la estrategia original de Langevin se obtuvo una ecuación de carácter determinista para el valor cuadrático promedio. En este proceso aparecen estados estacionarios caracterizados por expresiones similares a la ecuación de estado termodinámico asociadas a este ciclo tipo Stirling. Finalmente, aplicando el modelo de baja disipación carac-

terístico de máquinas térmicas, se obtiene la eficiencia del ciclo a máxima potencia.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005751

11:00-13:00 **TEORÍA ESTADÍSTICA DE FLUIDOS ASOCIANTES PARA MOLÉCULAS CADENA FORMADAS POR SEGMENTOS TIPO MIE.** Víctor Manuel Trejos Montoya (*victor_trejos@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH);

Alejandro Martínez-Borquez (*alejandromartinezborquez@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey;

*Andrea García Hernández (*ga378000@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH);

*Expositor.

En este trabajo se presenta una ecuación de estado (EOS) para la predicción de propiedades termodinámicas de fluidos puros. Se muestra la teoría estadística de fluidos asociantes (por sus siglas en inglés, SAFT) para potenciales de alcance variable (SAFT-VR) caracterizado por un potencial del tipo Mie (es decir, una forma generalizada de potencial de interacción Lennard-Jones). Se realizan comparaciones entre las tres diferentes versiones de SAFT-VR Mie propuestas en la literatura: Gil-Villegas et al., Davies et al. y Lafitte et al. En todos los casos se muestran estudios comparativos en la predicción del equilibrio de fases y cálculos de presión-densidad en la región subcrítica, crítica y supercrítica comparando con datos de simulación molecular en el ensamble de Gibbs. El enfoque SAFT-VR Mie propuesto por Lafitte et al., muestra una gran precisión en la región crítica esto gracias al tercer término de perturbación en la energía libre de Helmholtz que corrige el comportamiento de la ecuación en las cercanías del punto crítico. Adicionalmente, para el caso de sistemas cadena se obtiene una mejor precisión para cadenas monoméricas muy largas esto es debido al modelo propuesto que tiene en cuenta una función de distribución radial (FDR) a segundo orden. Se hacen predicciones de propiedades termodinámicas de segundo orden para fluidos reales como: n-alcenos, gases nobles y agua. Finalmente se realizarán cálculos de propiedades termodinámicas de fluidos puros como capacidad calorífica, entalpía de vaporización y velocidad del sonido empleando la teoría SAFT-VR Mie. En todos los casos se obtuvo una comparación satisfactoria entre la teoría, simulación y datos experimentales para cada uno de los fluidos de interés.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-006053

11:00-13:00 **Movimiento de intrusos activos en un sistema granular sometido a vibración y deformaciones mecánicas** Fernando Donado Pérez (*fernando@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

José Luis Carrillo Estrada (*carrillo@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Citlalli Gabriela Vidales Hernández (*citlalli.vidaleshernandez@viep.com.mx*), Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se estudia el movimiento de intrusos magnéticos activos en un sistema granular cuasi bidimensional. El sistema está formado por partículas esféricas de igual tamaño contenidas en una caja rectangular con fondo plano. La vibración proporciona una temperatura efectiva y permite a las partículas explorar configuraciones de menor energía a una temperatura dada. Se obtuvieron las trayectorias de los intrusos y con base en ellas describe su dinámica bajo diferentes condiciones de frecuencia y amplitud a la que se expone el sistema granular. Se determinaron los parámetros de orden orientacional de las partículas en el sistema granular. En particular, se hace énfasis en los cambios estructurales de las partículas cercanas a los intrusos mientras avanzan en el interior del sistema. Se observa que la difusión de los intrusos aumenta al aumentar la frecuencia de vibración del sistema granular. Localmente alrededor de los intrusos se observa un mayor desorden de las partículas del sistema granular. También se observa una notable influencia de la forma de los intrusos en la movilidad a través del medio granular.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-006109

11:00-13:00 **Movimiento de gotas micrométricas generadas y sostenidas en una interfaz líquido-líquido** Bernardo José Luis Arauz Lara (*arauz@ifisica.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*María De Jesús Martínez López (*maria.de.jesus.martinez.lopez@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

El estudio de la dinámica de partículas en sistemas que experimentan procesos fuera de equilibrio térmico es un tema de gran interés actual, porque se usa para comprender las propiedades de dichos sistemas. En sistemas en equilibrio térmico de existir alguna desviación de la difusión normal, se explica en términos de las propiedades del sistema por ejemplo, el movimiento de especies coloidales cerca de una pared. Mientras que, los ejemplos de difusión anómala reportados en la literatura vienen de sistemas en ambientes complejos tales como, turbulentos o inhomogéneos. En este trabajo se presenta la descripción del movimiento de gotas micrométricas generadas por emulsificación espontánea en una interfaz agua-aceite como modelo de sistema fuera de equilibrio donde las desviaciones del comportamiento de la difusión normal se pueden atribuir a características del sistema, lo que permite aplicar un análisis similar al que se realiza en equilibrio, haciendo las consideraciones pertinentes. La interfaz está formada

por un menisco convexo entre agua+glicerol (en la parte superior) y dodecano+Span 80 (en la parte inferior). Considerando que el menisco forma parte de una superficie esférica y dada la dimensión de la celda, hacemos la aproximación de que la región analizada es plana. Utilizando un microscopio invertido, se observó que las gotas aumentan su tamaño como función del tiempo y se desplazan desde la parte superior del menisco hacia la parte más baja, donde forman una estructura cristalina. A pesar de la complejidad del fenómeno, el proceso se reproduce cualitativamente bien. A saber, el movimiento de las gotas sobre la interfaz para regiones alejadas al menos cinco diámetros del borde de la estructura cristalina, se puede describir como una combinación de una velocidad de deriva ocasionada tal vez no solo por la influencia de la gravedad sobre las gotas, sino sobre la interfaz misma y un movimiento browniano producido por las fluctuaciones térmicas del sistema.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-006143

11:00-13:00 **Un estudio de partículas activas y no activas en campos externos** *Carolina Marisol Aguilar Rivera (*carolinamar.cmar@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Roberto Ramírez Sánchez (*rramirez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Se estudia el comportamiento y alineación de una partícula activa y una no activa, en un solvente, al aplicarles un campo externo; utilizando el formalismo de Smoluchowski y Langevin. Observamos que, en el caso de la partícula no activa, esta se orienta respecto a la dirección del campo, mientras que la activa realiza un movimiento circular cuando se le aplica un campo externo. Se obtiene el desplazamiento cuadrático medio de ambas partículas.

Bibliografía:

Akira, S. (2010). Introduction to Practice of Molecular Simulation.

Allen, M. P., & Tildesley, D. J. (2017). Computer simulation of liquids. Oxford university press.

Dhont, J. K. (1996). An introduction to dynamics of colloids. Elsevier.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-006144

11:00-13:00 **MESOSCOPIC MODELING OF VIRAL SUSPENSIONS** Francisco Alarcón Oseguera (*paco@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Ramón Castañeda Priego (*ramoncp@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*Karen Gonzales Flores (*k.gonzalesflores@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

The 2019-nCoV or COVID-19 pandemic generated by the coronavirus 2 (SARS-CoV-2), which causes the so-called Severe Acute Respiratory Syndrome, has been responsi-

ble for approximately 7,000 deaths in 150 countries. According to numerous and recent investigations, the most effective route for the spread of Covid-19 is due to the airborne transmission of the virus through secretions. Thus, this work aims to study and understand the diffusion of a virus model depending on the host environment in which it is suspended. By using the numerical mesoscopic technique called Dissipative Particle Dynamics we have studied the dynamical transport of a virus model immersed in an explicit solvent. This type of approach allows us to include the hydrodynamic effects in the diffusive properties of the virus and, therefore, helps us to understand the relevance of those effects with the degree of spread of the virus.

Física Médica - LXV-004693

11:00-13:00 **Estudio por medio de técnicas fractales de los estados de reposo y sueño del deterioro cognitivo** Erika Elizabeth Rodríguez Torres (*erikart@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Brenda Fernanda Noguez Ruíz (*no318295@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Ana Fernanda San Juan Villegas (*sa335877@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

José Antonio Juárez Loyola (*ju402253@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Benjamín Alfonso Itzá Ortiz (*itza@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Alejandra Rosales Lagarde (*alexiaro@rocketmail.com*), Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz;

Andy Emylin García Serra (*ga383068@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Valeria García Muñoz (*valery112218@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Fernando Donado Pérez (*fernando@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

*Kennia Lozano Arellanes (*lo296084@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se presentan dos análisis fractales: la visualización de los datos a través de figuras y el Análisis de Fluctuaciones sin tendencia (DFA, por siglas en inglés) de los registros de los electroencefalogramas (EEG) de participantes con (n=8) y sin deterioro cognitivo (n=10). Para la condición del reposo con ojos cerrados y para todo el registro de sueño se analizaron las características fractales de las series de tiempo con el fin de determinar si las señales eran aleatorias o no y para determinar la autosimilitud de las señales.

Física Médica - LXV-004735

11:00-13:00 **Herramienta de evaluación de calidad de imagen en mamografía** Eduardo López-Pineda (*edlope@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Ana Karina Cisneros-Sánchez (*karina.cisneros@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.

El cáncer de mama es el tipo de cáncer más común a nivel mundial y presenta la principal causa de mortalidad por cáncer en mujeres. En los últimos 40 años ha habido una reducción en la mortalidad por este tipo de cáncer, debido principalmente a una detección temprana.

Para la detección del cáncer de mama se utilizan principalmente estudios de mamografía. Para esto se requiere que los equipos mamográficos se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento para así poder generar imágenes con una buena resolución espacial, alto contraste y bajo ruido, todo esto con la menor dosis posible.

La calidad de las imágenes que el equipo mamográfico genera se puede evaluar de manera cuantitativa a partir de 3 parámetros: MTF (Modulation Transfer Function), NPS (Noise Power Spectrum) y DQE (Detective Quantum Efficiency). Estas métricas digitales son excelentes indicadores en la evaluación cuantitativa ya que permiten conocer cómo se transfiere la señal, el ruido y el Cociente Señal a Ruido (SNR) en función de la frecuencia espacial en la imagen. Sin embargo, algunos protocolos de control de calidad mencionan que estas pruebas son opcionales o incluso son descartadas debido a la dificultad que presentan en su evaluación.

El presente trabajo es un protocolo de tesis de maestría, en el cual se propone crear un software el cual evalúe estos tres parámetros, así como diseñar un maniquí que cumpla con las especificaciones para las pruebas. Para esto es necesario conocer los conceptos y la metodología de cálculo de cada una de las métricas digitales. Se pretende que el software creado sea de fácil entendimiento y aplicación por personal no experto en el tema.

Física Médica - LXV-004835

11:00-13:00 **Medición de espectros en energía de la radiación intrínseca de cristales centelleadores LY-SO como función del tamaño del cristal** Héctor Alva Sánchez (*halva@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Arnulfo Martínez Dávalos (*arnulfo@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Mercedes Rodríguez Villafuerte (*mercedes@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Tirso Murrieta Rodríguez (*tmurrieta@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Natalia Isabel Ambrosio Macías (natambros@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Erick Cisneros Linares (erickcisneros270599@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los cristales centelladores de oxiortosilicato de lutecio con itrio (LYSO) son los más utilizados en los detectores de equipos de tomografía por emisión de positrones. Esto se debe a sus propiedades físicas convenientes para la detección de fotones de aniquilación de 511 keV, que incluyen un número atómico efectivo alto de 65 y una densidad física de 7.1 g/cm³. Debido al contenido de lutecio-176, el cual decae por emisión beta a estados excitados del hafnio-176, los cristales de LYSO detectan su radiación intrínseca que produce un espectro en energía de fondo constante en los detectores. La estructura del espectro depende del tamaño del cristal, y más específicamente, del cociente volumen a superficie, como ha sido reportado en trabajos teóricos por el grupo del Laboratorio de Imágenes Biomédicas del Instituto de Física, UNAM. Este trabajo se centró en la medición, calibración, y análisis de los espectros de cristales LYSO de dimensiones distintas, y con cocientes volumen a superficie de 0.04 cm a 0.37 cm, para corroborar las predicciones teóricas. Los espectros se adquirieron utilizando fotomultiplicadores de silicio Onsemi ArrayC-60035-64P y un sistema de adquisición de datos con ADCs de 12 bits. La calibración se realizó de dos maneras: 1) utilizando fuentes selladas externas de Na-22, Cs-137 y Lu-176 y 2) utilizando los espectros de fondo de los propios cristales y un modelo semiempírico. La confirmación del resultado de que los cristales con mismo cociente volumen a superficie producen el mismo espectro, permitiría realizar la calibración en energía de detectores conformados por cristales LYSO de cualquier tamaño con tan solo conocer sus dimensiones y sin la necesidad de utilizar fuentes externas. Adicionalmente, se presentará un estudio de la resolución en energía para fotones de 511 keV en cristales LYSO de tamaños distintos. Se agradece el apoyo de los proyectos PAPIIT-UNAM IN108721 e IN103222.

Física Médica - LXV-004925

11:00-13:00 **Desecación de gotas de sangre con alta concentración de lípidos.** Jorge Gonzalez Gutierrez (endotropia@hotmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas;

Monserrat Ancheyta-Palacios (monserratancheyta21@gmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas;

*Iris Gabriela Velasco Terán (irisgabv1018@gmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas; *Expositor.

Los valores anormales en la concentración de lípidos en sangre es un padecimiento conocido como dislipidemia. En esta patología los pacientes pueden tener una alta concentración de triglicéridos y colesterol en sangre, lo que puede desencadenar en obstrucción arterial, infartos, derrames

cerebrales e inducir insuficiencia renal crónica. Por lo tanto, se requieren con urgencia metodologías simples y de bajo costo que sean capaces alcanzar una alta eficiencia en el diagnóstico de dislipidemia. El estudio de patrones en gotas secas ha sido utilizado eficazmente para la detección de analitos de interés biomédico. En este trabajo presentamos un estudio experimental sobre la formación de patrones en gotas secas de sangre diluida con agua con el objetivo de generar estrategias para el diagnóstico de Dislipidemia. Utilizando microscopia óptica estudiamos el proceso de secado de gotas de sangre de pacientes sanos y con dislipidemia. Sobre la base del ángulo de contacto, el diámetro y la altura de la gota investigamos los mecanismos de transporte de masa y procesos de agregación que esculpen la morfología final de los agregados. Encontramos que el análisis multifractal es una herramienta poderosa para el diagnóstico de dislipidemia, alcanzando una eficacia por arriba de 0.95.

Física Médica - LXV-004952

11:00-13:00 **Medida de la distribución 3D de dosis para control de calidad paciente-específico en tratamientos de radioterapia de arco volumétrico** Guerdá Massillon-Jl (massillon@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM;

Maria Adela Poitevin Chacon (adepoite@hotmail.com), Hospital Medica Sur;

Alejandro Rodriguez Laguna (alejandrorodriguez.laguna@gmail.com), Hospital Medica Sur;

Jose Alejandro Jimenez Acosta (jajimenez@ciencias.unam.mx), Hospital Medica Sur;

*Paola Jazmin Guadarrama Huerta (paoj_guadarrama@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

La radioterapia [RT] es un tratamiento localizado que emplea radiación ionizante para conseguir el control tumoral. Su objetivo es depositar una dosis homogénea al tejido maligno minimizando la dosis impartida al tejido sano circundante. Para ello, la RT moderna emplea diversas técnicas que usan haces de diferentes energías y tamaños de campo. Estas técnicas avanzadas requieren un estricto control de calidad para verificar la precisión y exactitud de la distribución de dosis provista por el sistema de planificación [SPT] y la administrada. Los métodos de control de calidad paciente-específico valoran cuantitativamente si ambas distribuciones concuerdan dentro de los límites clínicamente aceptables. Los dosímetros de gel son materiales tejido-equivalentes que se polimerizan en respuesta a la radiación y permiten medir la distribución tridimensional de la dosis en campos de radiación complejos por su alta resolución espacial de hasta 50 μm en cualquier dirección. Su respuesta puede ser leída por un tomógrafo óptico computarizado [OCT], porque el coeficiente óptico de atenuación del gel es función de la dosis absorbida. El gel radiosensible MAGIC-f posee características útiles para la

dosimetría 3D, su respuesta es debida a la polimerización del ácido metacrílico y el formaldehído en su composición que aumenta su punto de fusión, logrando una mayor estabilidad de su lectura como función de la temperatura. El proyecto que se presenta corresponde a un protocolo de tesis de maestría y consiste en la fabricación de un gel dosimétrico tipo MAGIC-f y su posterior irradiación simulando cinco planes de tratamiento. El uso del gel como dosímetro y maniquí de irradiación en conjunto con el OCT permitirá realizar una comparación precisa de la distribución 3D de la dosis entre el SPT utilizado en los distintos casos clínicos y los resultados de la dosimetría, para asegurar la efectividad y seguridad de los tratamientos de RT. Proyecto financiado por PAPIIT-IN118120

Física Médica - LXV-005065

11:00-13:00 **Evaluación del SAR en imágenes por resonancia magnética para estudios de cráneo** *Silvia Hidalgo-Tobon (shid@xanum.uam.mx)*, UAM-Iztapalapa, HIMFG;

Hector Ramírez Flores (ledzephec@live.com), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa, INNyN;

Pedro Roberto Corona Cedillo (roberto.corona@inn.edu.mx), Imagenología, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía;

Pilar Dies-Suarez (pilydies@yahoo.com), Departamento de Imagenología, HIMFG;

Sebastian Ordoñez Canul (sebastiancanul564@gmail.com), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa;

Erika Muñoz Moral (erika.mm@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, UAM-Iztapalapa;

**Uriel Gallaga González (uriel.gallaga95@gmail.com)*, Departamento de Física, UAM-Iztapalapa; **Expositor.*

Introducción

La resonancia magnética (RM) es una técnica de imagen no invasiva que utiliza radiación electromagnética no ionizante. Las antenas de radiofrecuencia usadas en RM emiten energía que es absorbida por el tejido y viene caracterizada por la tasa de absorción específica (SAR). El SAR depende de la secuencia de pulsos empleada y de las características anatómicas del paciente.

La energía emitida puede provocar diferentes efectos en el paciente, desde un incremento leve de temperatura hasta quemaduras. En la mayoría de los casos estos efectos no presentan un gran riesgo, pero en pacientes con una termorregulación disminuida podrían observarse efectos más severos, por ejemplo, los neonatos no tienen bien desarrollada su capacidad termorreguladora por lo que pudieran estar en riesgo [1]. Este estudio tiene el objetivo de identificar las secuencias usadas en la clínica con mayor SAR. Metodología

En este estudio retrospectivo se recopilaron imágenes de cráneo por RM de 32 pacientes con 19 secuencias distintas para un total de 159 estudios. Los estudios fueron obtenidos con un equipo Siemens Skyra de 3T. Los datos fueron

clasificados por tipo de secuencia y el peso de los pacientes.

Resultados

En el grupo de 50-90 kg la secuencia con mayor SAR fue la espín eco con un SAR=0.64WKg, en el grupo de 20-50 kg fue la FLASH en T1 con SAR=1.03WKg y para el grupo de <20 kg fue la turbo espín eco con SAR=1.90WKg.

Conclusiones

El SAR muestra un incremento dependiente del tipo de secuencia y parece ser mayor para pacientes de menor peso. Esto podría representar un riesgo ya que son el grupo de edad más vulnerable por su capacidad termorreguladora en desarrollo y por los efectos de la sedación. Por lo que se recomienda poner mayor atención en recién nacidos que requieren un estudio de RM.

Referencias

[1] Machata A. M. et al. (2019). BJA.

[2] Esther et al. (2018). IJSR.

Física Médica - LXV-005245

11:00-13:00 **Curvas de captación del Ra-223 Dicloruro en metástasis óseas en pacientes con cáncer de próstata metastásico resistente a la castración** *Liliana Aranda Lara (larandal@uaemex.mx)*, FACULTAD DE MEDICINA, UNIVESIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO;

Keila Isaac Olivé (kisaaco@uaemex.mx), FACULTAD DE MEDICINA, UNIVESIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO;

Nallely Patricia Jiménez Mancilla (npjimenezm@uaemex.mx), INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES;

**José Guadalupe Villagrana Velázquez (joviveiner@gmail.com)*, FACULTAD DE MEDICINA, UNIVESIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO; **Expositor.*

Introducción: El Radio-223 Dicloruro (Ra-223) es un radiofármaco de primera generación ampliamente utilizado para el tratamiento paliativo contra el cáncer de próstata metastásico resistente a la castración, sin la presencia de metástasis viscerales. El Ra-223 se comporta de manera similar al calcio en el organismo y se une selectivamente a los huesos, en especial a las metástasis óseas, derivado de la formación de complejos con el mineral óseo hidroxipatita. El Ra-223 ($T(1/2) = 11.4$ días) es un radionúclido emisor de partículas alfa en un 95.33% con energías entre 5.0 y 7.5 MeV que se caracterizan por depositar su energía en las proximidades de la lesión ósea (LET 80 keV/ μm). El Ra-223 es administrado al paciente de forma intravenosa a razón de 55 kBq/kg y, de manera ideal, en 6 administraciones con intervalos de 4 semanas entre cada una. Objetivo: Evaluar la captación de Ra-223 en lesiones óseas para cada una de las aplicaciones consecutivas. Metodología: Se administró 5 aplicaciones de Ra-223 con intervalos de 4 semanas entre cada una de ellas, tenien-

do una actividad promedio de $5.066+0.106$ MBq en cada aplicación, se estableció la Región de Interés (área) de la lesión y se monitoreo la distribución mediante imágenes gammagráficas obtenidas a las 5, 24, 48, 72, 168 y 240 h; se construyó el modelo cinético de captación en cada una de las administraciones. Resultados y conclusión: Las imágenes gammagráficas fueron corregidas siguiendo las recomendaciones de Pacilio 2015, 2016 y MIRP Pamphlet No. 22. Las curvas de actividad en la lesión mostraron el mismo comportamiento cinético en las diferentes administraciones lo que indica que el tejido óseo no presenta destrucción.

Física Médica - LXV-005589

11:00-13:00 Niveles de referencia para los tres protocolos de CT que imparten mayor dosis de radiación en el INCan Héctor Alejandro Gálvan Espinoza (*hgalvane@gmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología;

Jorge Patricio Castillo López (*jorge.castillo.mex@gmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología;

*Erika Muñoz Moral (*erika.mm@ciencias.unam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

La Tomografía Computarizada (CT) es un estudio de imagen que utiliza radiación ionizante. Para registrar la dosis de radiación impartida en CT se define el índice de dosis de CT (CTDIvol) y el producto dosis longitud (DLP). La limitante es que no representan directamente la dosis depositada en el paciente. Por esta razón, se define la estimación de dosis específica por tamaño (SSDE), el cual corrige CTDIvol por el diámetro del paciente.

Los niveles de referencia de diagnóstico (DRL) permiten identificar cuánta dosis de radiación se requiere por tipo de estudio. A nivel local se usan para comparar la eficiencia de los protocolos de adquisición de imagen entre diferentes equipos y hospitales. El objetivo de este trabajo fue establecer DRLs locales considerando CTDIvol, SSDE y DLP en los tres protocolos que imparten mayor dosis de radiación en el Instituto Nacional de Cancerología (IN-Can).

Se hizo un estudio retrospectivo de 120 pacientes, registrando CTDIvol y DLP de cada estudio y midiendo el diámetro efectivo en un corte axial, siguiendo las recomendaciones del reporte 204 de la Asociación Americana de Física Médica (AAPM)1; se eligió un corte axial en la región del ombligo, de la vertebra L3 y de la vertebra L9 para los protocolos tórax-abdomen trifásico, columna-lumbar y urotomografía, respectivamente. A partir del diámetro efectivo, se calculó la SSDE de cada estudio.

Los DRLs institucionales preliminares para CTDI, SSDE y DLP se establecieron como el percentil 75 de los datos. En protocolo tórax abdomen trifásico: 47mGy, 61mGy, 1853 mGy cm, protocolo urotomografía: 16mGy, 22mGy, 939mGy cm y protocolo columna lumbar: 19mGy, 26mGy, 712mGy cm, respectivamente. Los

tres protocolos mostraron CTDIvol inferiores a los DRL de Reino Unido. Esto es un área de oportunidad para incrementar la calidad de imagen manteniendo niveles aceptables de dosis de radiación.

Física Médica - LXV-005855

11:00-13:00 25 AÑOS DE LA MAESTRIA EN FISICA MEDICA DE LA UNAM Karla P Garcia-Pelagio (*kpaolag@ciencias.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO;

*Maria Ester Brandan Siques (*brandan@ifisica.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.

La Maestría en Física Médica (MFM) del Posgrado en Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Autónoma de México está cumpliendo 25 años. Desde su creación en 1997, el programa ha graduado a 164 profesionales especialistas, de los cuales 36% son mujeres y 64% son hombres. La MFM tiene como objetivo formar expertos que desarrollen de una manera creativa las labores en el ejercicio profesional de un físico médico clínico y/o, adquieran habilidades para realizar actividades de docencia y de investigación. 92 de los graduados (el 55%) trabaja en servicios de salud como parte del equipo multidisciplinario que distingue a la medicina moderna, 15 están estudiando un Doctorado, y otros 15 (9%) han seguido una carrera de investigación en México o el extranjero enfocada a la solución de problemas clínicos o biomédicos a partir de principios físicos. 21 graduados (13%) trabajan en otras actividades relacionadas con la física médica. Es decir, más del 85% de los graduados de la MFM se desempeña en actividades propias de su especialidad. El plan de estudios se fundamenta en las siguientes áreas: Física y dosimetría de la radioterapia; Física y dosimetría de las imágenes de diagnóstico médico que usan rayos X y radionúcleos; Física del uso de radiación no-ionizante en medicina; Aplicaciones de la física biológica en medicina e Instrumentación científica de uso médico. Desde 2010 la MFM ha sido calificada como de Competencia Internacional en el Padrón Nacional de Posgrados del CONACyT.

Física Médica - LXV-005902

11:00-13:00 Análisis radiómico de imágenes [18F]FDG-PET/CT de pacientes con enfermedad de Alzheimer Arturo Avendaño Estrada (*arturoae@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Moisés Ebenezer Hernández Cruz (*moises.hernandez140498@outlook.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La enfermedad Alzheimer (EA) es un tipo de demencia que se presenta principalmente en la población de edad avanzada y que se caracteriza por un deterioro neurode-

generativo irreversible. La causa principal se asocia con una concentración anormal de las placas $A\beta$ amiloide. Esto puede ocasionar diferentes tipos de atroñas cerebrales. El diagnóstico más certero de la enfermedad es el análisis histopatológico postmortem, sin embargo, para realizar un diagnóstico durante la enfermedad se pueden realizar diferentes pruebas, la más usada a nivel clínico es un test que evalúa el estado cognitivo del paciente, sin embargo, esta técnica es subjetiva y depende de la expertis del evaluador. Por lo anterior, se han desarrollado diversas técnicas auxiliares que ayudan a obtener un diagnóstico diferenciado, como las técnicas de imagen funcional. Una de estas técnicas es la tomografía por emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés), la cual permite obtener una imagen funcional de la captación de un radiofármaco. Para el diagnóstico de EA, normalmente se emplean radiofármacos asociados con la captación de glucosa en el cerebro [^{18}F]FDG o del péptido $A\beta$. Sin embargo, el diagnóstico se puede confundir con el deterioro cognitivo senil, disminuyendo su efectividad dependiendo del médico que lo realice. Es posible emplear métodos cuantitativos que permitan realizar un diagnóstico más efectivo de la enfermedad, uno de estos métodos es la radiómica. La radiómica consiste en la conversión de imágenes en matrices de datos extraíbles con la finalidad de obtener características matemáticas de forma, tamaño, homogeneidad y estadísticas de intensidad. Esta técnica podría ayudar a mejorar el diagnóstico de la EA y obtener datos que pueden ser analizados para realizar comparaciones entre diferentes grupos de pacientes, por ejemplo, se puede realizar una comparación de los valores obtenidos para las diferentes características entre hombres y mujeres con un diagnóstico similar.

Física Médica - LXV-005945

11:00-13:00 **Evaluación de nanopartículas de (HfO_2) en procesos de hipertemia médica controlada** *Martín Rafael Pedroza Montero (martin.pedroza@unison.mx), Universidad de Sonora;*

Sofía Elena Navarro Espinoza (sofia.navarro@unison.mx), Universidad de Sonora;

Diego Soto Puebla (diego.soto@unison.mx), Universidad de Sonora;

Osiris Álvarez Bajo (osiris.alvarez@unison.mx), Universidad de Sonora;

Nadia Amina Yahia Keith (a217200144@unison.mx), Universidad de Sonora;

**José Aarón Esquivel Ovilla (ovillajoseaaron@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Actualmente la mayoría de los tratamientos para combatir el cáncer involucran el uso de quimioterapias cuyos efectos colaterales son importantes, complicando salud y calidad de vida del paciente. En los últimos años, nuevos tratamientos para combatir esta enfermedad se han centrado en el uso de nanopartículas metálicas con caracte-

terísticas ópticas y eléctricas, apropiadas para lograr una buena compatibilidad en el organismo.

Estas nanopartículas son el vehículo que aprovecha el plasmón de superficie para absorber radiación infrarroja disipándola en fonones que calientan a las células circundantes. Este procedimiento denominado Hipertermia Médica (HPM) puede inducir un aumento local de la temperatura hasta obtener la destrucción térmica de las células en forma muy precisa y localizada. Esto logra controlar el tumor sin un daño apreciable en los tejidos circundantes a él.

En el presente trabajo, detallaremos la síntesis de nanopartículas de (HfO_2), adecuadas para hipertermia, por el método de precipitación usando como precursores (NaOH) y (HfCl_4) en concentraciones de 0.8 M (50ml) y de 0.1 M (50ml). Respectivamente. El tamaño de las NP se evaluó mediante DLS y se encontró una distribución de diámetros alrededor de los 50 nm, apropiadas para la internalización celular. Así mismo, el espectro de absorción óptica mostró una banda centrada en 645 nm, confirmando el radio hidrodinámico y a la vez permite la excitación con longitudes de onda visibles e infrarrojas que afectan muy poco la integridad celular. Estas propiedades físicas confieren a este sistema de nanopartículas la capacidad para emplearse como plataformas en procesos de HPM controlada.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004483

11:00-13:00 **Geodésicas de Schwarzschild y su analogía con los Metamateriales** *Eri Atahualpa Mena Barboza (eri.mena@academicos.udg.mx), Centro Universitario de la Ciénega de la Universidad de Guadalajara;*

Jose Luis Lopez Picon (jl_lopez@fisica.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato;

**Evelin Diaz Gutierrez (evelin.diaz@almunos.udg.mx), Centro Universitario de la Ciénega de la Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

Una de las predicciones más importantes de la relatividad general es que la luz también es afectada por la curvatura del espacio tiempo por lo que su trayectoria puede cambiar en la presencia de objetos masivos. Conocer el trayecto que sigue un fotón al acercarse a un agujero negro tipo Schwarzschild nos permite conocer más acerca de las propiedades físicas que tiene un agujero negro en su exterior, esto se puede hacer con la ayuda del estudio de las propiedades ópticas de los metamateriales y sus simulaciones computacionales. En este trabajo se calcularán las geodésicas de partículas sin masa en el BH de Schwarzschild y utilizadas para encontrar su analogía con los metamateriales.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004550

11:00-13:00 Una formulación de conexión pura tipo MacDowell-Mansouri para variedades de Einstein Dolores García Toral (dolores@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Vázquez Báez (manuel.vazquez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*José Eduardo Rosales Quintero (jeduardo.rosales@coreeo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Sol María Hernández Hernández (sol.hernandezher@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Relatividad general puede ser obtenida por medio de una acción tipo Yang-Mills con grupos de simetría $SO(1,4)$ (o $SO(2,3)$), por medio de dos métodos distintos, uno es introduciendo un término de restricción usando un multiplicador de Lagrange, propuesto por Stelle y West y otro, por medio de una elección de cierto sector de la forma de Cartan-Killing, propuesto por MacDowell y Mansouri. En ambos casos, se busca romper la simetría inicial hacia $SO(1,3)$. En este trabajo, se presenta una formulación de conexión pura, propuesta por uno de los autores, la cual tiene como casos particulares las formulaciones de Stelle-West y MacDowell-Mansouri y de la cual podemos obtener de manera explícita, como soluciones de las ecuaciones de campo, variedades de Einstein, es decir, variedades conformalmente planas sin torsión.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004636

11:00-13:00 Enfoque algebraico del oscilador armónico unidimensional de Dirac-Dunkl Víctor David Granados García (vgranadosg@ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas - Instituto Politécnico Nacional;

Roberto Daniel Mota Esteves (rdmotae@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica "Culhuacán" - Instituto Politécnico Nacional;

*Didier Ojeda Guillén (dogphysics@gmail.com), Escuela Superior de Cómputo - Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En este trabajo, extendemos el oscilador de Dirac-Moshinsky $(1+1)$ -dimensional cambiando la derivada estándar por la derivada Dunkl. Desacoplamos las ecuaciones diferenciales para cada uno de los componentes del espinor e introducimos una realización del álgebra de Lie $su(1,1)$ apropiada para los casos en donde una de estas funciones es par y la otra impar. Las eigenfunciones y el espectro de energía del problema se obtienen utilizando la teoría de representaciones irreducibles unitarias del álgebra $su(1,1)$. Para finalizar, demostramos que cuando los parámetros de la derivada Dunkl se hacen cero, nuestros resultados se reducen al oscilador de Dirac-Moshinsky estándar.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004707

11:00-13:00 Transformaciones supercanónicas para sistemas acoplados de bosones y fermiones. *Alfonso Moisés Anzaldo Meneses (answald13@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Un resultado encontrado recientemente es generalizado al caso con interacciones. Las super-transformaciones contienen bloques dados en términos de variables anti-conmutativas que permiten modelar átomos en campos electromagnéticos dependientes del tiempo. Se muestra un método algebraico nuevo para resolver las ecuaciones que satisfacen las transformaciones super-canónicas, dando ejemplos en dimensiones bajas.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004820

11:00-13:00 Información de la Entropía para un mundo brana RSIIp en un escenario modificado Luis Alberto López Suarez (lalopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Sendic Estrada Jiménez (sestrada@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;

Néstor E. Valadez Pérez (nestor.valadez@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;

Luis Martín Sandoval Magallanes (luis.sandoval@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;

Omar Pedraza Ortega (omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

*Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

La Configuración de la Entropía se calcula considerando un escenario Randall-Sundrum II modificado por la inclusión de p dimensiones extra compactas. Asumimos que el tamaño de la dimensión extra compacta es igual. La Configuración de la Entropía calculada es simétrica y es una función creciente del parámetro introducido.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004940

11:00-13:00 Transmisión de ondas en un espacio-tiempo compuesto por cascarones concéntricos de materia con simetría esférica. Luca Tessieri (luca.tessieri@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas,

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Olivier Sarbach (olivier.sarbach@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Rubén Omar Acuña Cárdenas (omar.cardenas@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se quiere analizar la transmisión de ondas escalares, electromagnéticas y gravitacionales a través de espacio-tiempos curvos con una distribución de materia

con simetría esférica. Más específicamente, se obtiene el coeficiente de transmisión de una onda escalar que se propaga desde el interior hasta el exterior de un sistema de N cascarones esféricos, concéntricos y delgados de materia. Este sistema de cascarones se explica tomando en cuenta la Teoría General de la Relatividad de Einstein, en donde primero se pegan dos espacio-tiempos de Schwarzschild separados por una capa de materia muy delgada (cascarón delgado) con la ayuda de las condiciones de pegado de Darmois-Israel. Después el modelo completo se construye extrapolando el pegado de espacio-tiempos Schwarzschild para N capas de materia considerando como primer instancia un espacio-tiempo de Minkowski. El espacio-tiempo estará conformado, desde el interior hasta el exterior, por: Minkowski, 1^{er} cascarón, 1^{er} Schwarzschild, así progresivamente hasta llegar al N -ésimo cascarón y finalizando con el N -ésimo espacio-tiempo de Schwarzschild y por simplicidad se recurre al caso estático en el espacio-tiempo de fondo.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005033

11:00-13:00 **Constricciones a teorías de beyond Horndeski mediante la deflexión de la luz** *Julio Cesar Lopez Dominguez (jlopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*
Carlos Ortiz (ortizgca@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;
Javier Fernando Chagoya Saldaña (javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;
**Flavio Cesar Sanchez Flores (flavio.sanchez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

En este trabajo estudiamos el ángulo de deflexión en un modelo de beyond Horndeski empleando, primero, el teorema de Gauss-Bonnet para el cálculo del ángulo, y después desarrollando un algoritmo numérico para resolver la ecuación de las geodésicas y obtener dicho ángulo. Con estos resultados ponemos cotas en un parámetro del modelo de beyond Horndeski bajo consideración. Discutimos la naturalidad de los valores que quedan permitidos para dicho parámetro, y la posibilidad de aplicar nuestro algoritmo a soluciones que solo se conozcan numéricamente.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005128

11:00-13:00 **Formación de distribuciones estacionarias de plasma alrededor de hoyos negros de Kerr** *Flavio Rosales Infante (1414528j@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*
**Curicaveri Palomares Chávez (1803658k@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Francisco S. Guzmán (francisco.s.guzman@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

En este trabajo se presenta la evolución de un plasma siendo acretado por un hoyo negro de Kerr en el régimen de fluido de prueba, con la intención de construir configuraciones estacionarias. Para llevar a cabo la evolución del plasma se resuelven numéricamente las ecuaciones de la magnetohidrodinámica ideal en el espacio tiempo del hoyo negro, usando métodos de alta resolución con captura de choques, en simetría axial y usando el método de transporte restringido para la preservación de la constricción sobre el campo magnético. Inicialmente se considera un campo magnético constante y paralelo al eje de rotación del hoyo negro, y durante la evolución se ve distorsionado por la dinámica del plasma y la rotación del hoyo. El plasma se inyecta a través de la frontera externa del dominio numérico de manera permanente hasta que en algunos casos la densidad y el campo de velocidades del plasma se estacionan. Las configuraciones estacionarias que se logran van desde el caso sin rotación y sin campo magnético, es decir el caso de Michel, hasta la acreción de configuraciones desprendidas que semeja la formación de discos toroidales.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005161

11:00-13:00 **Estudiando las Grandes Estructuras del Universo con Teoría de Perturbaciones** **Dante Virgilio Gomez Navarro (dantegomez@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las grandes estructuras del Universo (LSS, por sus siglas en inglés) contienen información relevante para la astrofísica. Por ejemplo, información desde del universo temprano hasta restricciones de parámetros cosmológicos. Los catálogos de galaxias actuales como DESI observan el corrimiento al rojo, la huella característica de las galaxias, que permite situarnos en lo que se conoce como espacio del corrimiento al rojo (RSD, por sus siglas en inglés). Una forma de estudiar el crecimiento de estructuras proviene de las observaciones de las anisotropías en el aglomeramiento de objetos de los catálogos. La evolución de las LSS a altos corrimientos al rojo y grandes escalas pueden ser modelados con la teoría lineal, mientras que el alcance de la teoría de perturbaciones puede ser extendida a escalas intermedias incluyendo expansiones del campo de densidad de materia hasta órdenes superiores. En este trabajo, consideramos la teoría de perturbaciones lagrangiana (LPT, por sus siglas en inglés) para el estudio de la función de correlación de halos de materia oscura tanto en el espacio real como del corrimiento al rojo. Comparamos estos modelos con datos simulados. Las próximas generaciones de catálogos requieren de modelos capaces de describir el aglomeramiento de objetos en el espacio RSD con incertidumbres pequeñas sobre un amplio rango de escalas.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005190

11:00-13:00 **Geodésicas en Schwarzschild no conmutativo.** Carlos Alberto Ortiz González (*ortizgca@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Alonso González Escobedo (*alonso.gonzalez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Julio César López Domínguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Alberto Isaac Díaz Saldaña (*isaacdiaz@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Javier Fernando Chagoya Saldaña (*javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Usando el mapeo de Seiberg y Witten se encuentra la tetrada no conmutativa del espacio-tiempo de Schwarzschild con la cual se construye la respectiva métrica no conmutativa a orden cuadrático en el parámetro no conmutativo para el mismo espacio. Con la métrica no conmutativa se encuentran trayectorias geodésicas para el espacio no conmutativo y se comparan con el conmutativo.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005268

11:00-13:00 **BICAPA DE GRAFENO Y LA GRAVEDAD ANÁLOGA** Alberto Molgado Ramos (*alberto.molgado@uaslp.mx*), School of Mathematical Sciences, University of Nottingham;

Jesús Madrigal Melchor (*jmadrin@uaz.edu.mx*), Instituto de Física "Ingeniero Luis Rivera Terrazas" Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Jaime Raúl Suarez López (*jrswarez@uaz.edu.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de México;

*Viridiana Matlalcuatzi Zamora (*v.matlalcuatzi@uaz.edu.mx*), Instituto de Física "Ingeniero Luis Rivera Terrazas" Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En los últimos años se ha producido una explosión de estudios experimentales y teóricos sobre el grafeno. Por ejemplo, se han obtenido resultados de como la curvatura de un modelo de grafeno modifica sus propiedades electrónicas y cuya descripción cuenta con un análogo gravitacional. Motivados por ese tipo de descripción y resaltando que hasta el momento las analogías gravitacionales han jugado un papel importante en la física y las matemáticas, puesto que proporcionan nuevas formas de contemplar un problema. En este trabajo se revisará el sistema de la bicapa de grafeno rotada (TBG, por sus siglas en inglés), con el objetivo de vislumbrar y presentar un análogo gravitacional que caracterice alguna propiedad del modelo TBG (por ejemplo, las novedosas transiciones de Lifshitz), de modo que la analogía cuidadosamente elegida sea consi-

derablemente útil para centrar la atención en el problema específico y sugerir caminos alternativos hacia una posible descripción del mismo. En consecuencia, nuestro objetivo lleva a sumar resultados dentro de las analogías gravitacionales. Asimismo, es importante resaltar que la búsqueda de los duales gravitacionales actualmente ha sido afuente, tal que ahora se consideran como escenarios plausibles que permiten dar descripciones teóricas de ciertas propiedades que emergen en diversos sistemas físicos.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005317

11:00-13:00 **Soluciones Exactas en Cosmología: Avances Recientes** Roberto Sussman Livovsky (*sussman@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Celia Escamilla Rivera (*celia.escamilla@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Sebastián Nájera Valencia (*najera.sebastian@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.

En esta platica presentaré soluciones exactas en Relatividad General y Gravedad Modificada, con las cuales hemos trabajado en búsqueda de avanzar en la solución de problemas en Cosmología, como lo son la tensión de Hubble y la expansión acelerada tardía del Universo. Con modelos de Szekeres hemos obtenido un mecanismo que da indicios de poder aliviar la tensión de Hubble al considerar inhomogeneidades y anisotropías, mientras que la aceleración cósmica se trata usando una solución exacta en gravedad teleparalela sin introducir un fluido oscuro.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005572

11:00-13:00 **Solución a ecuación de Helmholtz** *Pablo Enrique Moreira Galván (*paenmoga@gmail.com*), Anáhuac Querétaro, ITQ-EPAD; *Expositor.

La ecuación de Helmholtz, tiene la siguiente forma $(\Delta + \lambda^2)u = 0$. La cantidad λ es llamada numero de onda. Usualmente es considerada real, pero puede ser un número complejo si el medio de propagación absorbe energía, por ejemplo. Para aplicaciones físicas consideramos $\lambda \neq 0$ y $Im\lambda \geq 0$. Considerando el operador cuaternionico diferencial $D = e_1\partial_x + e_2\partial_y + e_3\partial_z$ y operadores de transmutación, es posible encontrar soluciones a la ecuación de Helmholtz, para dominios $U \subset \mathbb{R}^3$ acotados con cierta simetría. Además usando las mismas ideas mostradas es posible encontrar soluciones a la ecuación

$$(-\Delta + w)g = 0$$

en $\Omega \subseteq \mathbb{R}^3$, donde w y g son funciones complejo valuadas.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005603

11:00-13:00 **Cálculo de fluctones e instantones en Mecánica Cuántica: potencial QES** *Adrian Mauricio Escobar Ruiz (admaw@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Baltasar Bassol Rojas (bbassolr98@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.*

Dentro de una nueva realización de la expansión semiclásica, se considera el potencial séxtico cuasi-exactamente soluble:

$$V(x) = \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}[\nu^2 x^6 + 2\nu x^4 - 3\nu x^2],$$

$\nu > 0$. A partir de la amplitud de transición, escrita en términos de la integral de trayectoria en el tiempo Euclidiano, soluciones aproximadas de la energía del estado base y de la correspondiente función de onda se obtienen mediante el cálculo de instantones y fluctones. Estos objetos son trayectorias especiales que minimizan la acción Euclidiana. En particular, vamos a describir el uso de Diagramas de Feynman para estudiar las fluctuaciones alrededor de tales trayectorias. Se muestra que los resultados obtenidos están en completo acuerdo con la solución exacta del problema.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005611

11:00-13:00 **Vacíos de la teoría de cuerdas tipo IIB en el Calabi-Yau espejo de la superficie cuántica en \mathbb{P}^4 y la conjetura de de Sitter refinada.** **José De Jesús Pérez Lona (josedjesus.pl.f@gmail.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Nana Geraldine Cabo Bizet (nanuyeg@gmail.com), Universidad de Bonn;

Se estudian compactificaciones de la teoría de cuerdas tipo IIB en la variedad compacta espejo de la superficie cuántica en \mathbb{P}^4 . Esta variedad posee 1 módulo de estructura compleja y 101 módulos de Kähler. Los módulos constituyen campos escalares presentes en la acción efectiva de la teoría. Considerando para los módulos de Kähler un potencial sin escala, obtenemos el potencial escalar determinando un conjunto de vacíos para los módulos axión-dilatón y de estructura compleja. Mediante un enfoque numérico se exploran diversas configuraciones de flujos (campos en la dimensiones internas). Dichas configuraciones de flujo que exhiben soluciones físicas son contrastadas con la conjetura de gravedad cuántica de de Sitter refinada. Encontramos que esta conjetura se cumple de forma estadística en los casos analizados. Exploramos el efecto del módulo de volumen (uno de los módulos de Kähler) en el cumplimiento de dicha conjetura, obteniendo también coincidencia.

Gravitación y Física Matemática - LXV-006134

11:00-13:00 **Análisis de modelos de energía oscura alternativos a Λ CDM** *Luis Arturo Ureña López (lurena@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Jacqueline Cimental Chávez (cimentalcj2018@licifug.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

La energía oscura es una de las componentes materiales del universo actual, pero su representación física aún está indeterminada. En este trabajo, estudiaremos algunos modelos de energía oscura y sus restricciones observacionales con datos cosmológicos recientes. Los modelos revisados son aquellos con ecuaciones de estado definidas, como el caso lineal, el caso Chevalier-Linder-Polarski (CLP) y el caso Early Dark Energy (EDE). Para esto utilizaremos el código Boltzmann "Cosmic Linear Anisotropy Solving System" (CLASS) y el código Monte Carlo "Monte Python". Se discutirán los resultados obtenidos para las restricciones de los parámetros físicos de los modelos y la comparación de estos con el modelo de la constante cosmológica.

Gravitación y Física Matemática - LXV-006140

11:00-13:00 **Scalar-tensor gravity from a broken gauge symmetry** **Alejandro Silva García (a.silva.garcia@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Oscar Miguel Sabido Moreno (msabido@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Javier Fernando Chagoya Saldaña (javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Universidad de Guanajuato;

In this work we propose a Yang-Mills type gauge theory of vector-tensor gravity. The tetrad, the spin connection and vector Galileons are identified with components of the gauge field. We show that this theory, constructed as a modification of the MacDowell-Mansouri formulation, leads to a model of the generalized Proca theory. Then, we analyze black hole solutions and find that the Schwarzschild and Schwarzschild de-Sitter metrics are solutions to the theory. We also find numerical solutions that are generalizations to de-Sitter and anti de-Sitter spacetime. Finally, we find cosmological solutions for the model.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-004452

11:00-13:00 **De Motu (Sobre el movimiento)** **José Luis Álvarez García (jose.l.alvarezgarcia@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Uno de los fenómenos de la naturaleza que ocupó la atención de los filósofos y pensadores desde la Antigüedad fue el fenómeno del movimiento y del cambio en general. Existe el viejo axioma filosófico que señala "Ignoratio motu. Ignoratio natura". Toda filosofía que aspirara a ser considerada como verdadera, tenía que explicar el fenómeno

del cambio o del movimiento. Así, por ejemplo, Heráclito (siglo VI a.n.e) es el primero que estudia específicamente el fenómeno del cambio. Para este filósofo, la única y auténtica realidad de la naturaleza era el cambio. Por el contrario, para Parménides (siglo VI a.n.e.), el cambio no existía; era una mera ilusión de nuestros sentidos. Aristóteles, en la gran síntesis que hace del conocimiento del mundo natural, señala la existencia de cuatro tipos de cambio o movimiento: sustancial, cualitativo, cuantitativo y local. Es el estudio que Aristóteles realiza respecto al cambio local, específicamente sobre la caída de los cuerpos y el lanzamiento de proyectiles, el que heredará la física clásica, vía primero con los estudios de los eruditos medievales, quienes desarrollan la teoría del impetus para explicar los movimientos que la física aristotélica no explicaba, para continuar con los estudios de pensadores previos a Galileo y, finalmente concluir con la obra del físico italiano, quien terminará fundando la cinemática moderna. Es importante resaltar que la palabra "De Motu" es utilizada en muchas obras que tratan del fenómeno del cambio o movimiento, tanto en el sentido de cambio en general y en el sentido de movimiento local. La primera obra de Galileo, que es publicada póstumamente, lleva por título De Motu. Una carta de Newton dirigida a Halley también lleva por título De Motu. Desde luego, estas últimas en el sentido del cambio o movimiento local.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-005477

11:00-13:00 Los agujeros negros vistos filosóficamente como un vórtice generado en un medio material Abraham Ramsés Velázquez Kraff (*abraham.velazquez.kraff@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

*Daiana Valenzuela Gómez (*dayana_valenzuela5@outlook.es*), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.

Históricamente Laplace introduce el término objeto gravitacionalmente fuerte, donde todo cuerpo que cae en él debe tener una velocidad de escape infinita para salir de sus efectos gravitacionales. De modo que en este trabajo se plantea la hipótesis de un agujero negro de Laplace visto como un vórtice gravitacional en un medio material y se discute las distintas implicaciones que esto tendría si un agujero negro se viera como un vórtice en el espacio vacío. Compararemos estos resultados o argumentos con los obtenidos por la teoría de la relatividad general de Einstein para el caso de la solución de Schwarzschild.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-005595

11:00-13:00 Interpretaciones de la mecánica cuántica *Bryan De Jesús Gutiérrez Martínez (*bryan.gutierrezmr@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Jesús Emmanuel Román Acosta (*jera26122000@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

La mecánica cuántica ha venido a cambiar totalmente la física. Su gran elegancia solo se compara con su enorme complejidad y extrañeza. Dentro de esta rama, existen fenómenos físicos que resultan muy interesantes y que dan pie a diversas interpretaciones las cuales nos ayudan a construir esquemas experimentales y comprender los resultados que obtenemos de los experimentos. Empero, las interpretaciones acaban destruyendo los principios básicos con los cuales hemos explorado todas las ciencias, a saber: realismo, localismo y unitariedad. Lo que provoca un cuestionamiento sobre la realidad que conciben por medio de ellas. En este poster nos daremos a la tarea de elaborar un resumen sistematizado de las interpretaciones más prometedoras de la mecánica cuántica señalando en cada una de ellas cuales son los principios que rompe y el desarrollo histórico detrás que propició su fundamentación.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-005778

11:00-13:00 On the Connexion of the Physical Sciences: Mary Somerville, Arabella Buckley y la Física del siglo XIX *Madelyn Hernández Olivares (*mady@ciencias.unam.mx*), Universidad de Valencia; *Expositor.

Este trabajo es una biografía del clásico On the Connexion of the Physical Sciences de Mary Somerville, a través de sus diez ediciones de 1834 a 1877. Se estudia, a partir de un análisis material y de contenido: el papel de la cultura de la imprenta y de los públicos lectores en la producción de conocimiento científico, en una época en la que la «física» se estaba configurando como disciplina. También se examina el caso de Arabella Buckley como la editora de la edición póstuma del libro de Somerville, dando pie a una narrativa en la que las mujeres de ciencia toman el hilo conductor de la historia de la física.

Información Cuántica - LXV-004476

11:00-13:00 Manifestación de inestabilidad en el oscilador cuático Daniel Julian Nader (*djulian@uv.mx*), Universidad Veracruzana;

Sergio Adrián Lerma Hernández (*slerma@uv.mx*), Universidad Veracruzana;

*José Roberto Hernandez Gonzalez (*zs15011116@estudiantes.uv.mx*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

El trabajo consiste en estudiar comparativamente la manifestación de la inestabilidad en el caso clásico y cuántico de un oscilador cuático. Se estudia la convergencia de los valores propios del Hamiltoniano cuando el parámetro \hbar tiende a cero para reproducir el límite clásico usando dos enfoques diferentes: un método numérico (Sinc) y un método semiclásico (EBK). Se identificaron en los espectros

obtenidos manifestaciones del coeficiente de Lyapunov positivo.

Información Cuántica - LXV-004608

11:00-13:00 **Modulación de caos clásico en billares mediante un potencial suave en la frontera** *Hilda Noemí Nuñez Yépez (nyhn@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;*

Miguel Angel Bastarrachea Magnani (bastarrachea@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;

**Adán González Andrade (g.andradeadan@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

Los billares son un modelo paradigmático en el estudio del caos tanto clásico como cuántico [1]. La dinámica de estos sistemas está completamente determinada por su geometría [2]. En este trabajo se aborda el estudio clásico de billares con paredes suaves, lo que se puede conseguir con un potencial suave en la frontera en lugar del potencial infinito del caso de paredes duras. Un aspecto único de estos billares es el efecto estabilizador en la dinámica y la aparición de suavidad en las fronteras con las regiones caóticas como resultado de la introducción de tal “suavizado” en las paredes [3]. Además, los billares suaves han sido recientemente instrumentados experimentalmente [4] en sistemas de excitones-polarones dentro de microcavidades semiconductoras [5]. Se presenta el estudio de un potencial suave en la frontera como un parámetro para modular el caos en el billar elíptico, incluyendo el cálculo de los exponentes de Lyapunov y las secciones de Poincaré para la exploración sistemática de la relación entre la suavidad, la energía, la geometría y el caos.

[1] G. Datsleris, et al., Chaos 29, 093115 (2019).

[2] V. Kaloshin, et al., Ergod. Th. & Dynam. Sys., 42, 1023 (2022).

[3] T. Kroetz, et al., Physical Review E 94, 22218 (2016).

[4] A. Kaplan, et al., Phys. Rev. Lett., 87, 274101 (2001).

[5] T. Gao, et al., Nature, 526, 554 (2015).

Información Cuántica - LXV-005150

11:00-13:00 **Luz generada vía mezclado de cuatro ondas con densidad de momento angular en Rb atómico** *Daniel Sahagún Sánchez (sahagun@fisica.unam.mx), Imperial College;*

Rocio Jáuregui Reanud (rocio@fisica.unam.mx), Facultad de Ciencias;

**Jesus Aldair Bernal Orozco (aldairbernal@estudiantes.fisica.unam.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Irvin Fermin Ángeles Aguillón (irvinangeles@ciencias.unam.mx), Instituto de Física;

Nieves Arias Téllez (ntellez.005@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Jorge Gerardo Acosta Montes (jorgeacosta@ciencias.unam.mx), Instituto de Física;

Luis Alberto Mendoza López (luismendoza@ciencias.unam.mx), Instituto de Física;

Motivado por la posibilidad de crear luz cuántica, el proceso no lineal mezclado de cuatro ondas (FWM) en gases atómicos ha sido ampliamente revisado en las últimas dos décadas. Su potencial control sobre la coherencia de la luz generada, proporcionado por los estados atómicos, prevé amplias perspectivas para el desarrollo de sistemas en donde la información cuántica pueda ser manejada con asistencia del entrelazamiento. Lo anterior se ha enriquecido por el hecho de que el momento angular puede transferirse desde la luz láser a los átomos y recuperarse desde ellos. El momento angular de la luz es de gran interés debido a sus numerosas aplicaciones, incluidas las telecomunicaciones ópticas, la manipulación de partículas, el procesamiento de información cuántica y las memorias cuánticas. A través de este trabajo se aborda un estudio teórico-experimental sobre la herencia de modos de Mathieu a través del FWM. En dicho estudio se demostró por primera vez la transferencia de momento angular orbital (OAM), y de su generalización: el momento angular elíptico, de un extremo al otro en el espectro óptico. Para lograrlo se introdujeron varios métodos al contexto de luz generada a partir de átomos: análisis de Fourier, interferometría de Michelson-Morley, y el uso de haces cuasi-invariantes ante propagación. Agradecimientos a los proyectos: PAPIIT no. IN106821 Ciencia Básica Fondo SEP-CONACYT no. 285387 Programa de Laboratorios Nacionales CONACYT no. 315838

Información Cuántica - LXV-005350

11:00-13:00 **Estudio de acopladores de rejillas basados en películas delgadas de nitruro de silicio para circuitos fotónicos-cuánticos.** *Wencel Jose De La Cruz Hernandez (wencel@cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

Karina Garay Palmett (kgaray@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada.;

Ferney Castro Simanca (ferney@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada.;

**Santiago Cortez Rodriguez (santiago.cortez@ens.cnyn.unam.mx), Universidad Autónoma de Baja California; *Expositor.*

Las guías de onda tipo cresta con bajas pérdidas y alto contraste de índice son el elemento principal en los circuitos fotónicos integrados. Sin embargo, la inyección eficiente de luz a estas estructuras representa todo un desafío dadas las dimensiones submicrométricas y al tamaño haz proveniente de la fuente de iluminación. Un acoplador de rejilla es una solución para una inyección eficiente que se integra en la metodología de fabricación de las guías mis-

mas. [1] Este trabajo se enfoca en el diseño y fabricación de rejillas de Bragg para la inyección de luz en guías de onda en circuitos ópticos integrados. El elemento óptico fue fabricado en películas delgadas de nitruro de silicio (Si₃N₄) sobre Oxido de Silicio (SiO₂) sobre obleas de Silicio (Si). La rejilla se diseñó para longitudes de onda de trabajo de 0.822 μm y 1.55 μm, para acoplamiento en guías de onda con dimensiones menores a 1μm. Esto se logra utilizando herramientas de cómputo basadas en diferencias finitas en el dominio del tiempo. Se muestra también que en el Laboratorio Nacional de Nanofabricación (LaNNAFab) del Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN), se pueden fabricar dispositivos con resoluciones menores a 1μm por medio de fotolitografía. Párrafos clave: Acoplador direccional, nitruro de silicio, dispositivos fotónicos integrados. Tema clave: Dispositivos fotónicos integrados, rejillas acopladoras, nitruro de silicio. Agradecimientos Agradecemos a H. Castillo e I. Barberene por su valioso apoyo técnico. Este trabajo fue parcialmente respaldado por PAPIIT-IT101021, Conacyt proyect No. 194758 and Laboratorio Nacional de Nanofabricación.

Referencia

[1] Zhang, H., Li, C., Tu, X. et al. High efficiency silicon nitride grating coupler. Appl. Phys. A 115, 79–82 (2014). <https://doi.org/10.1007/s00339-013-7954-2>

Información Cuántica - LXV-005459

11:00-13:00 **Compuertas cuánticas programables de un qubit basadas en el proceso no lineal de diferencia de frecuencias de tercer orden** Karina Garay Palmett (kgaray@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California;

Wencel José De La Cruz Hernández (wencel@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología - Universidad Nacional Autónoma de México;

Ana Luisa Aguayo Alvarado (aaguayo@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California;

*Francisco Antonio Domínguez Serna (fadomin@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California; *Expositor.

La era actual es considerada como la segunda revolución cuántica, la cual busca generar aplicaciones basadas en la mecánica cuántica. Una rama con creciente interés es la ciencia de la información cuántica, de la cual existen múltiples propuestas para realizar procesamiento de información cuántica. Estas aplicaciones deben vencer retos a nivel de ciencia básica y experimental, ya que requieren realizar control de sistemas físicos a nivel cuántico.

En esta dirección, estudiamos el proceso no lineal de diferencia de frecuencias de tercer orden (TODFG, por sus siglas en inglés) como alternativa para realizar procesamiento de información. El TODFG permite convertir un

fotón de frecuencia ω_s en uno con frecuencia ω_r , mediado por dos campos de bombeo con frecuencias ω_1 y ω_2 . Proponemos la generación de una compuerta cuántica experimentalmente factible de modos temporales, que opera sobre qubits de modo temporal también conocidos como qubits de color. Dicha compuerta se puede obtener como una rotación en la esfera de Bloch:

$$U = \exp^{-i \sum_j \theta_j \hat{n}(\cos \nu, \sin \nu, \phi) \cdot \vec{\sigma}_j} . \quad (5)$$

Donde cada $\vec{\sigma}_j$ acopla dos modos temporales $\hat{A}_j^\dagger|vac\rangle$, $\hat{B}_j^\dagger|vac\rangle$, el ángulo de rotación está relacionado con el producto de potencias promedio de los bombeos $\theta \propto \sqrt{P_1^{av} P_2^{av}}$; el eje de rotación \hat{n} depende de la diferencia de fase entre los bombeos $\nu = \varphi_2 - \varphi_1$ y de un cambio de fase ϕ entre los modos temporales correspondientes. Específicamente, proponemos la realización experimental de la compuerta en guías de onda tipo cresta en una plataforma de nitruro de silicio (Si₃N₄) sobre dióxido de silicio (SiO₂) en un sustrato de silicio (Si). Demostramos la factibilidad de realizar una rotación arbitraria en la esfera de Bloch programable a través de parámetros exte

Información Cuántica - LXV-005745

11:00-13:00 **Phase-Space Spreading Measures as a Tool to Find Quantum Scars** Jorge Gustavo Hirsch Ganievich (hirsch@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Lea Ferreira Dos Santos (lsantos2@yu.edu), Department of Physics, Yeshiva University, New York, USA;

Sergio Adrián Lerma Hernández (slerma@uv.mx), Facultad de Física, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz;

Miguel Angel Bastarrachea Magnani (bastarrachea@xanum.uam.mx), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CDMX;

Saúl Pilatowsky Cameo (saulpilatowsky@ciencias.unam.mx), Center for Theoretical Physics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA;

*David Benjamín Villaseñor Pérez (d.v.pcf.cu@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

In this work, a recently introduced spreading measure of a quantum state in an unbounded phase space is presented. The measure is based on the moments of order α of the Husimi function and is called "Rényi occupation of order α " [1]. Using pure states randomly built, it is possible to find an analytical expression to identify maximally spread states in phase space. Studying the last expression in an interacting spin-boson model, known as Dicke model and whose four-dimensional phase space is unbounded, it is found that the Rényi occupations of high order ($\alpha > 1$) are very effective to reveal quantum scars. The latter is confirmed by analyzing the high moments ($\alpha > 1$) of the Husimi function, where the unstable periodic orbits that

scar some of the eigenstates of the model can be identified qualitatively and quantitatively [2].

References:

[1]. D. Villaseñor, S. Pilatowsky-Cameo, M. A. Bastarrachea-Magnani, S. Lerma-Hernández, and J. G. Hirsch, Quantum localization measures in phase space, *Phys. Rev. E* 103, 052214 (2021).

[2]. Saúl Pilatowsky-Cameo, David Villaseñor, Miguel A. Bastarrachea-Magnani, Sergio Lerma-Hernández, Lea F. Santos, and Jorge G. Hirsch, Identification of quantum scars via phase-space localization measures, *Quantum* 6, 644 (2022).

Información Cuántica - LXV-006054

11:00-13:00 **Rotosensores cuánticos de condensados de Bose-Einstein de espín-1** *Francisco Mireles Higuera (fmireles@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Eduardo Serrano Ensástiga (edensastiga@ens.cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Erick Manuel Pineda Ríos (erickmanuelpinedarios@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Condensados de Bose-Einstein (BEC) con espín diferente de cero como grado de libertad fueron creados por primera vez en 1998 [1], abriendo una nueva área de estudio en sistemas atómicos ultrafríos y de muchos cuerpos. El condensado obtiene fases de espín exóticas debido a las interacciones no triviales entre los espines, los cuales podrían tener aplicaciones en metrología cuántica. En este trabajo, se estudia el uso de las fases de espín de BEC de espín-1 en átomos de Rubidio 87 (^{87}Rb), Sodio 23 (^{23}Na) y Litio 7 (^7Li) para la obtención de rotosensores cuánticos [2], es decir, sistemas cuánticos que pueden ser utilizados para la detección de una rotación. Además, se calculan los valores de los factores Zeeman lineal y cuadrático que permiten optimizar la susceptibilidad de los rotosensores cuánticos. El BEC de espín-1 es estudiado a través de una aproximación de campo medio para temperatura cero, y a través de un modelo inspirado con la aproximación de Hartree-Fock a temperatura finita [3]. E. M. P. R. agradece el programa de Veranos de Investigación de la dICu de la Sociedad Mexicana de Física. E.S.-E. agradece la financiación a través de becas posdoctorales de CONACyT y DGAPA-UNAM. F. M. agradece el financiamiento de DGAPA-UNAM a través del proyecto PAPIIT No. IN113920. [1] D. M. Stamper-Kurn, M. R. Andrews, A. P. Chikkatur, S. Inouye H.-J. Miesner, J. Stenger and W. Ketterle, *Phys. Rev. Lett.* 80, 2027 (1998). [2] C. Chryssomalakos and H. Hernández-Coronado, *Phys. Rev. A* 95, 052125 (2017). [3] E. Serrano-Ensástiga and F. Mireles, *Phys. Rev. A* 104, 063308 (2021).

Instrumentación - LXV-004717

11:00-13:00 **Manejo autónomo de un vehículo de dos ruedas mediante el uso de una red neuronal** *S. Muñoz-Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), FCFM, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

G. Beltrán-Pérez (gbeltran@fcfm.buap.mx), FCFM, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

J. Castillo Mixcóatl (jcastill@fcfm.buap.mx), FCFM, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**D. A. Pérez-Lima (dali.perezlima@viep.com.mx), FCFM, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Expositor.*

El uso de vehículos autónomos puede reducir significativamente el número de accidentes viales. Esto se debe a que estos vehículos cuentan con un conjunto de sensores que permiten acceder a una gran cantidad de información que puede ser usada para el manejo seguro. Como consecuencia de esto, estos vehículos requieren de una computadora potente para el análisis de estos datos.

A pesar de lo anterior, aún es posible desarrollar un vehículo autónomo que únicamente emplee una cámara para observar el camino que recorre justamente como lo hace un ser humano. En este trabajo se propone el desarrollo de un vehículo de manejo autónomo mediante el uso de Redes Neuronales, para esto solo se necesita una cámara para la adquisición de datos, una computadora para el procesamiento de estos y una red neuronal para el análisis de imágenes del entorno y decida la velocidad del vehículo. En este trabajo se presentan los resultados de la plataforma móvil construida que permite el manejo manual y autónomo. En el manejo manual, es posible recolectar imágenes del camino recorrido junto con su velocidad instantánea. Estos datos recolectados fueron utilizados para entrenar la red neuronal de convolución que permite el manejo autónomo. El dispositivo puede modificar fácilmente los cuadros por segundo y su manejo manual puede elegirse entre un control de videojuegos o un teclado tradicional. Para ejecutar la red neuronal se emplearon dos SBC's, la Raspberry Pi 4 y la Jetson Nano.

Instrumentación - LXV-005314

11:00-13:00 **Sistema de control de tres bloques para análisis de audio digital en tiempo real** **Valentín Guzmán Ramos (vguzram61@yahoo.es), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Nestor Antonio Flores Martínez (janadioses@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Desde una perspectiva estadística se tienen múltiples valores posibles de un pulso acústico sin importar cual sea la fuente. Un registro de audio digital contiene un conjunto de elementos de error, siendo que algunos no se pueden eliminar como el ruido electrónico (de disparo) y otros que se conocen como ruido de fondo, primero debido a que las

condiciones atmosféricas no son constantes en los sistemas reales y porque las micro variaciones en la distribución de partículas generan pulsos diferentes, aunque conserven similitudes entre ellos.

A través de un análisis paramétrico de las ecuaciones de Navier-Stokes con una perspectiva de procesos estocásticos se desarrolla una ecuación que genera el colapso de todos los posibles estados estadísticos en una sola señal. Los sistemas acústicos tienen una retroalimentación en tiempo real a través de interacciones mecánicas con el sistema circundante. En un sistema al aire libre, no se puede hablar de sistema cerrado ni aislado. El sistema de control puesto a prueba en Simulink es de tres bloques, donde uno de ellos genera una retroalimentación con elemento de error para limpiar la señal. La entrada del registro de audio está compuesta por una señal limpia que incluye elementos de un sistema de control externo (segundo bloque) que mide las variaciones de la presión en las zonas cercanas al dispositivo. Un bloque anexo, analiza los cambios en la temperatura para establecer en tiempo real una medida de la densidad del medio circundante (aire o cualquier gas) para generar múltiples canales de análisis del audio y por ingeniería inversa, se pueden determinar las condiciones de funcionamiento. Con estos datos acumulativos, se pueden establecer valores promedios estadísticos para conocer el nivel de eficiencia del sistema en un ambiente no controlado.

Instrumentación - LXV-005470

11:00-13:00 **MODELADO Y ANÁLISIS OPTO-MECÁNICO DE MEMBRANAS ACTIVAS** *Esteban Antolín Luna Aguilar (eala@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Anais Sotelo Burke (burkeanais@gmail.com), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Joel Herrera Vázquez (joel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

El presente trabajo implicó el desarrollo de un modelo numérico para el control de las deformaciones de una membrana de vidrio para su uso como superficie óptica. Como parte de este modelo se creó un conjunto de mapas de fase que representan a la influencia que tienen de forma individual un conjunto de actuadores neumáticos en la parte inferior de la membrana. Conocidos como funciones de influencia, en conjunto forman una familia de elementos para ensamblar combinaciones lineales que proveen una forma determinada.

La membrana utilizada en el presente trabajo es una superficie esférica y por acción de actuadores neumáticos obtenemos una superficie parabólica con una alta precisión.

Este trabajo contempla la primera etapa del proyecto “Membranas activas”, que se está desarrollando en el IA-EN, el cual plantea el doblado de una membrana de vidrio por medio de un horno y así facilitar la posterior iteración en la obtención de una superficie cónica. El modelo desarrollado servirá para estimar la serie de presiones que deberán utilizarse en el elemento óptico real, además, esta herramienta permitirá retroalimentar el modelo con las matrices de influencia reales medidas sobre la membrana al llegar a ese momento el desarrollo del proyecto práctico. Los puntos abarcados son:

- Desarrollo del modelo mecánico que representa a la membrana óptica, los actuadores neumáticos y los límites o fronteras del modelo.
- Análisis por elementos finitos (FEA), con este se obtuvieron las matrices de influencia de los 37 actuadores.
- Se programó el ajuste por medio de mínimos cuadrados entre las matrices de influencia y una forma de superficie.
- Se realizó un ajuste en términos de polinomios de Zernike para la evaluación de la calidad óptica.
- Se obtuvo la PSF y la razón de Strehl con la fase resultante de la membrana.
- Se contemplaron tres técnicas de prueba distintas en el laboratorio, Bironchi o rejilla rectangular, Shack-Hartman y un interferómetro de Fizeau.

Instrumentación - LXV-005887

11:00-13:00 **Programación e implementación de drivers para una tarjeta de adquisición de datos analógico digital mediante una computadora Raspberry Pi 4.** *Raúl Ochoa Valiente (raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;*

María Teresa Romero De La Cruz (teresa.romero.cruz@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.;

**Luis Manuel Ortíz Juárez (luis_juarez@uadec.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.; *Expositor.*

En este trabajo presentamos el desarrollo de la programación y puesta en marcha de una tarjeta de adquisición de datos hasta ocho canales utilizando una computadora Raspberry Pi 4 y un RB Hat Waveshare. Este dispositivo contiene un convertidor analógico - digital ADS1256, de 24 bits de resolución a 30 ksp/s y un convertidor digital -analógico DAC8532 de 16 bits.

Mediante el uso de esta tarjeta, es posible tener una opción rápida y accesible para un sistema de adquisición de datos de bajo costo que puede ser utilizado en los laboratorios. En este trabajo presentamos el desarrollo del software de control utilizando Python, así como las pruebas y resultados en los experimentos de laboratorio de interferometría óptica.

De esta manera presentamos una opción de aplicación y desarrollo tecnológico en nuestra facultad con beneficio potencial a los laboratorios de otras entidades.

Instrumentación - LXV-006047

11:00-13:00 IMPLEMENTACION DE UN CONTROL PID DE HUMEDAD RELATIVA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UN ARREGLO DE SENSORES DE GAS A BASE DE RESONADOR DE CUARZO EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA *Juan Castillo Mixcóatl* (*jcastill@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Georgina Beltrán Pérez (*georgina.beltranperez@viep.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Severino Muñoz Aguirre* (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Omar Sosa Ramos* (*sosasoro@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Para el desarrollo de una nariz electrónica que permita cuantificar y discriminar diferentes compuestos es necesario crear y caracterizar diferentes tipos de sensores. El tipo de sensor utilizado en este trabajo es el que se construye usando microbalanzas de cristal de cuarzo (QCM, por sus siglas en inglés). A pesar de las múltiples ventajas que tiene trabajar con este dispositivo, también presenta inconvenientes como que se ve afectado por diferentes parámetros tales como la humedad relativa (HR). Para estudiar este fenómeno se implementó un sistema de control PID (Proporcional, integral y derivativo por sus siglas en inglés) de humedad relativa que genera valores en un rango de 10% HR a 90% HR. Dicho control minimiza el margen de error absoluto en $\pm 1.5\%$. Se construyeron sensores con películas sensibles de etil-celulosa, Apiezon L, Polimetilmetacrilato (PMMA), las cuales fueron depositadas sobre los electrodos del QCM mediante el método de drop-casting. Se utilizó un sistema dinámico para obtener las mediciones de la respuesta de los sensores a la HR. El sistema de medición se encuentra automatizado mediante interfaces gráficas en ordenadores y microcontroladores. En el presente trabajo se muestran los resultados del sistema de control PID de humedad relativa, así como la caracterización de la respuesta de los sensores QCM, en función de la humedad. Se encontró que la respuesta de cada uno de los sensores aumenta de forma lineal.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004501

11:00-13:00 Caracterización de las Propiedades Acústicas de los Quesos Tipo Chihuahua, Manchego y Panela por Medio la Técnica de Pulso-Eco

**Raúl Alberto Reyes Villagrana* (*rareyesvi@conacyt.mx*), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

Ana Luisa Rentería Monterrubio (*arenteria@uach.mx*), Universidad Autónoma de Chihuahua;

Juliana Juárez Moya (*moyaju.ju91@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Chihuahua;

Erika Ofelia Hernández Acosta (*ehernandez@utzac.edu.mx*), Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas;

América Chávez Martínez (*amchavez@uach.mx*), Universidad Autónoma de Chihuahua;

En México, existe una gran variedad de quesos los cuales se producen según sea su región de origen. De los cuales, la mayoría están fabricados de leche de vaca y en algunos casos de leche de cabra o de oveja, según su tipo. En este trabajo, se presenta un estudio para determinar las propiedades acústicas de los quesos comerciales tipo Chihuahua, manchego y panela, aplicando la espectroscopía acústica en el espectro del ultrasonido. Se utilizó el bloque del ecoscopio del tomógrafo acústico GAMPT con sensores acústicos a 2MHz para medir la velocidad de fase acústica [m/s] dependiente del espesor, con una temperatura cuasiregular de 16°C del entorno. El método aplicado fue por la técnica pulso - eco con incidencia normal. Se determinó por método indirecto la densidad volumétrica y la impedancia acústica de los quesos, así también como las propiedades reológicas. Los resultados muestran que la velocidad de fase acústica de los quesos Chihuahua, manchego y panela fueron $VA_{Chi} \approx 1353.80$ m/s, $VA_{man} \approx 1531.79$ m/s y $VA_{pan} \approx 1237.37$ m/s, respectivamente. La densidad volumétrica de los quesos Chihuahua, manchego y panela fueron $\rho_{Chi} \approx 1.1577$ gr/cm³, $\rho_{man} \approx 1.1138$ gr/cm³ y $\rho_{pan} \approx 1.7095$ gr/cm³ a 12.1°C, respectivamente. Además, se exploró la transmitancia acústica, donde se presentó una gran atenuación en todos los productos. Existe el interés de continuar explorando y caracterizando las propiedades acústicas de los derivados de la leche como crema, yogurt, etc. Así como las bondades que ofrece el instrumento de medición.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004527

11:00-13:00 Propiedades estructurales de los cristales líquidos quirales bajo confinamiento de cilindros coaxiales *José Adrián Martínez González* (*jose.adrian.martinez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Juan Guillermo Munguía Fernández (*juanguillermo@ciencias.unam.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

**Yazael Rafael Morales Flores* (*yazael.morales.12@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

En este trabajo se presentan simulaciones continuas de campo medio bajo la teoría Landau-de Gennes para estudiar la estabilidad y metaestabilidad de cristales líquidos quirales bajo un confinamiento cilíndrico coaxial. Se proponen condiciones para las cuales las fases azules tienen comportamientos de estados estables, analizamos la

formación en redes de skyrmions para capas cilíndricas delgadas.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004777

11:00-13:00 **g-C₃N₄ adicionado con quitosano como potencial fotocatalizador.** *Carlos Martínez Mantilla (carlos.martinezml@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;*

**Naikary Paloma Martínez Velázquez (nmartinezve@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Edson Canales Canales Gómez (canalesed4@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León;

César Efrén Valladares Rocha (cesarefrenvr@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León;

El g-C₃N₄ es uno de los materiales más abundantes en la Tierra y es el alótropo del nitruro de carbono más estable, asimismo, se ha convertido en un prometedor semiconductor libre de metales, debido a que su brecha de energía tiene un valor de 2.7 eV y a su gran estabilidad fisicoquímica. Desde 2006, hubo un gran interés en este material como fotocatalizador para diferentes aplicaciones como la conversión de energía, el almacenamiento de hidrógeno y las celdas solares [1].

Motivados por el gran desempeño de este material, presentamos una revisión y antecedentes del mejoramiento de las propiedades fotocatalíticas del g-C₃N₄ mediante la síntesis por pirólisis en la cual se hizo uso de la melamina y el quitosano como materia prima, con el fin de autodopar al semiconductor con carbono [2].

Finalmente se resumen los desafíos y futuras direcciones del desarrollo del g-C₃N₄ hacia aplicaciones como el desdoblamiento del agua para la producción de H₂, debido a la pequeña banda prohibida y la estabilidad adquirida por la adición de quitosano en las muestras.

Referencias

[1] Zhai, H.-S., Cao, L., & Xia, X.-H. (2013). Synthesis of graphitic carbon nitride through pyrolysis of melamine and its electrocatalysis for oxygen reduction reaction. *Chinese Chemical Letters*, 24(2), 103-106.

[2] Li, H., Li, F., Wang, Z., Jiao, Y., Liu, Y., Wang, P., ... & Huang, B. (2018). Fabrication of carbon bridged g-C₃N₄ through supramolecular self-assembly for enhanced photocatalytic hydrogen evolution. *Applied Catalysis B: Environmental*, 229, 114-120.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004946

11:00-13:00 **Optimización de la Extracción de la Emisión Excitónica de un Pozo Cuántico Modificando el Espesor de las Barreras** *Gerardo Villa Martínez (guillam@ipn.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional;*

Sebastián Coronado Nieto (guillam@ipn.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional;

Miguel Ulises Salazar Tovar (musalazar@ipn.mx), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto Politécnico Nacional;

**José Carlos Basilio Ortiz (jc_atlet_3000@hotmail.com), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

José Núñez González (joseng@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México;

Didier Alejandro Patiño Rodríguez (dapr2006@gmail.com), Programa de Doctorado en Nanociencias y Nanotecnología, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;

En las últimas décadas, varios grupos de investigación especializados en materiales semiconductores de las familias II-VI y III-V, han enfocado sus esfuerzos al desarrollo de dispositivos optoelectrónicos altamente eficientes y novedosos, por ejemplo, diodos emisores de luz y fotodetectores, mejorados con cavidad resonante o como el láser de emisión superficial optimizado con cavidad vertical, entre otros. En estos dispositivos se busca que la extracción o la absorción de la radiación sea máxima, para lo cual se usa un reflector distribuido de Bragg (DBR, por sus siglas en inglés), en el caso de emisión, a menudo se implementan pozos cuánticos en la región activa. En este trabajo optimizamos por medio de cálculos teóricos, la extracción luminiscente de un pozo cuántico de CdSe entre barreras de ZnSe con emisión excitónica en el verde (542 nm), modificando el espesor de las barreras de ZnSe. Los resultados indican que la heteroestructura de pozo cuántico ZnSe/CdSe/ZnSe se puede usar como región activa (RA) optimizada de una microcavidad-óptica resonante DBR/RA para obtener una máxima extracción luminiscente.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005005

11:00-13:00 **Evaluación del desempeño estructural de diferentes muestras de Inconel 625 en cámara de niebla salina.** *Hector Alejandro Trejo Mandujano (htrejo@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez;*

**Elsa Ordoñez-Casanova (eordonez@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.*

En este trabajo se evalúa el desempeño estructural de varias piezas de Inconel 625 expuestas en una nube de NaCl con un pH de 8.2, mediante el método de cámara salina. La metodología fue apoyada en las especificaciones establecidas en la Norma ASTM B 117. Los resultados obtenidos fueron analizados por medio de microscopía electrónica de barrido (SEM), el objetivo de este estudio está enfocado en aplicaciones aeronáuticas.

11:00-13:00 Estabilidad termodinámica de diferentes reconstrucciones de la superficie (001) de AIP mediante cálculos de primeros principios

Rodrigo Ponce Pérez (rponce@cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Noboru Takeuchi (takeuchi@cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Edgar Martínez Guerra (edgar.martinezgrr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Edgar Daniel Sánchez Ovalle (edgar.sanchezov@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

El fosforo de aluminio (AIP) es un semiconductor de la familia III-V. Estos tipos de compuestos semiconductores son los materiales utilizados en una serie de nuevas tecnologías, algunas ya establecidas y otras recientemente investigadas como dispositivos electrónicos y optoelectrónicos. Sin embargo, el estudio a nivel atómico de la superficie (001) de AIP ha sido poco estudiada. Mediante cálculos de primeros principios, así como el formalismo de energías de formación, investigamos la estabilidad termodinámica de diferentes reconstrucciones superficiales, tomando en cuenta las reconstrucciones (4×2) y (6×2) más comunes de diferentes compuestos de la familia III-V. Nuestros resultados muestran que las reconstrucciones $\beta 2(2 \times 4)$ top P y $\delta(2 \times 4)$ resultaron las más estables en condiciones ricas de P, mientras que las reconstrucciones (2×4) mixed dimer y $\delta(2 \times 6)$ resultan ser estables en condiciones ricas en Al. Aunque se ha comprobado que las reconstrucciones son dominadas por la dimerización de P, también pueden coexistir reconstrucciones de menor simetría como las $\beta 2(2 \times 6)$ y $\beta 3(2 \times 6)$. Además, se investigaron las propiedades electrónicas de las superficies estables, encontrando que en todos los casos se mantiene el carácter semiconductor.

11:00-13:00 Estudio a primeros principios de la modificación por la presencia de Li^+ en las superficies de la Hematita ($\alpha-Fe_2O_3$).

*Manuel Quintana García (manuelquintana@comunidad.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Entre los diversos materiales promisorios como ánodos para baterías de ion de Litio se encuentra la Hematita ($\alpha - Fe_2O_3$), que en tamaño nanométrico presenta ventajas como una capacidad teóricamente alta; es de bajo costo y bajo impacto ambiental además de una alta resistencia a la corrosión. Sin embargo, su aplicación tecnológica se ve obstaculizada por sus bajos valores de eficiencia de Coulomb, de retención y tasa máxima. Esto se debe a que en el proceso de la reacción electroquímica del $\alpha - Fe_2O_3$

y el Li^+ , se forma hierro metálico nanométrico, electroquímicamente inactivo, lo que se traduce en una pérdida de capacidad de la celda. La capacidad reversible y estable del ciclo de la Hematita se ve afectada por sus propiedades como el tamaño de partícula, morfología, estructura y cristalinidad. En ese sentido, la energía de superficie de las principales superficies cristalinas de la Hematita juegan un papel importante en la reacción electroquímica con el ion de Li . Así, en este trabajo se presenta el estudio a primeros principios (DFT) de las propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de las superficies $[1\ 1\ 1]$ y $[1\ 0\ 0]$ de la Hematita ($\alpha - Fe_2O_3$) y su modificación por la presencia de Li^+ .

11:00-13:00 Sensores de Glúcidos con Nanopartículas de Oro

Blanca Esthela Rodríguez Vázquez (a320320618@unison.mx), Universidad de Sonora;

Ericka Rodríguez León (ericka.rodriguez@unison.mx), Universidad de Sonora;

César Rodríguez Beas (cesar.rodriguez@unison.mx), Universidad de Sonora;

*Manuel Roberto Portillo Vazquez (a217213746@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

Ramon Alfonso Iñiguez Palomares (ramon.iniguez@unison.mx), Universidad de Sonora;

Roberto Carlos Carrillo Torres (roberto.carrillo@unison.mx), Universidad de Sonora;

El uso de nanopartículas de oro (AuNPs) basadas en azúcares reductores son un material útil para ser usado como sensores pues presentan propiedades físico-químicas que son intrínsecas a su tamaño. En este trabajo se presenta la síntesis de nanopartículas de oro utilizando los glúcidos de fructuosa (fr) y glucosa (glu) como reductores. El plasmón de superficie de las AuNPs se obtuvo en 535 nm para fr y de 555 nm para el caso de la glu. Estos sistemas fueron caracterizados bajo distintas condiciones mediante un estudio colorimétrico con espectroscopía UV-Vis. La morfología y el tamaño de las nanopartículas fue caracterizado por microscopía electrónica de barrido de emisión de campo, obteniéndose AuNPs del orden de 19 ± 4 nm (fr) y de 49 ± 15 nm (glu). Las AuNPs como sensores colorimétricos fueron preparadas a temperatura ambiente y son utilizadas para evaluar la concentración de glúcidos contenidos en refrescos embotellados utilizando una curva de calibración para fr y glu. La difusión de los glúcidos a través del sistema de iones de oro es característico de la concentración, el avance puede ser monitoreado por una videocámara para el caso de los glúcidos (como moléculas aisladas) y también para el caso de los refrescos lo que permite determinar también la molécula que se encuentra de forma mayoritaria en el sistema usando el coeficiente de difusión.

11:00-13:00 **Predicción teórica de estructuras bidimensionales de Oro-Azufre.** *Alfredo Tlahuice Flores (tlahuicef@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León.;*

**César Emilio Cárdenas Zavala (c.emilio.cardenas.z@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León.; *Expositor.*

En la actualidad las estructuras bidimensionales Oro-Azufre han despertado un gran interés debido a sus propiedades y la gran cantidad de aplicaciones que se les puede dar, por ejemplo, en el área de catálisis, entrega controlada de fármacos, como semiconductores con potenciales aplicaciones para una generación futura de aparatos electrónicos, etc. Entendiendo la gran relevancia que han adquirido estas estructuras en los años recientes en este trabajo se hace la predicción teórica de las mismas para posteriormente hacerlas interactuar con algún compuesto (medicamento, contaminante) y observar las interacciones que tienen lugar. Tomando como base los modelos bidimensionales publicados en 2017 por Qisheng Wu et al [1] proponemos nuevas estructuras estables no reportadas a la fecha. Se calculan estructuras de bandas, fonones, entre otros cálculos para determinar las propiedades fisicoquímicas que tienen estos nuevos materiales. Esta investigación se encuentra dentro de su primer etapa en la cual estamos calculando y buscando la configuración de mínima energía para diferentes modelos, encontrando resultados interesantes no contemplados en el artículo previamente citado que dan paso a nuevas estructuras; las cuales una vez determinadas sus propiedades y posteriormente reportadas, se dará paso a buscar aplicaciones potenciales en áreas previamente mencionadas.

1.- Wu, Q., Xu, W. W., Qu, B., Ma, L., Niu, X., Wang, J., & Zeng, X. C. (2017). Au6S2 monolayer sheets: metallic and semiconducting polymorphs. *Materials Horizons*, 4(6), 1085-1091.

11:00-13:00 **ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN ÓPTICA DE CELDAS DE CRISTAL LÍQUIDO** **Margarita Franco Ortiz (margarita.franco@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Adalberto Corella Madueño (adalberto.corella@unison.mx), Universidad de Sonora;

María Del Rocío Gómez Colín (rocio.gomez@unison.mx), Universidad de Sonora;

Olga Oralia Arias Lara (olgaarias909@gmail.com), Universidad de Sonora;

Paola Ma. Castro Garay (paola.castro@unison.mx), Universidad de Sonora;

Yanneth Tzitzin Chávez Gutiérrez (a215217766@unison.mx), Universidad de Sonora;

En la naturaleza existen ciertas fases termodinámicas intermedias entre el estado sólido cristalino y el líquido isotrópico, las cuales son conocidas como cristales líquidos (CL), estos pueden fluir como un líquido, mientras conservan ciertas propiedades intrínsecas, como lo es la birrefringencia y la estructura de un cristal [1,2]. Las moléculas de CL se caracterizan por presentar un orden de largo alcance en su orientación y un orden de corto alcance en su posición que depende del tipo de CL. En este trabajo de investigación se supone que la banda de reflexión selectiva presente en los CL colestéricos, dopados con distintos colorantes láseres (Rodamina 6G y DCM), es reversible bajo la aplicación de un campo eléctrico externo [3]. Se elaboraron celdas de cristal líquido mezclado con colesterol a distintas concentraciones y con colorantes láseres añadidos, como Rodamina 6G y DCM, y su caracterización óptica bajo la aplicación de voltajes de baja intensidad.

11:00-13:00 **¿Qué son los dendrímeros?** *Mitchel Abraham Ruíz Robles (mitchel.ruizrb@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;*

Eduardo Pérez Tijerina (eduardo.perez@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

**Andrea Scarlett Herrera García (scarlettherrera42@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

La palabra dendrímero viene del griego <dendron> que significa árbol, y <mer> que significa segmento, esta vaga definición nos da a entender que se trata de una molécula que tiene una forma parecida a un árbol, como se muestra en la siguiente figura.

Los dendrímeros son moléculas poliméricas, versátiles, esféricas y tridimensionales que tienen una forma bien definida y cuyas propiedades los hacen de gran interés en el campo de la nanomedicina. Estos forman parte de la familia de polímeros dendríticos, construida por dendrones, dendrímeros, polímeros dendronizados y polímeros hiperamificados; a lo largo de este poster se hablará de los dendrímeros y un poco del dendrón.

Los extremos libres del dendrímero proveen muchas posibilidades para adjuntar más moléculas e incluso se busca crear un tectodendrímero en donde en vez de adjuntar otras moléculas en los grupos terminales, se adjunten otros dendrímeros y así poder crear un nanodispositivo ideal que pueda hacer todas las funciones de una sola vez.

En la actualidad los dendrímeros ya son estudiados con gran rigurosidad y se han tenido avances en los cuales son capaces de: reconocer células lesionadas, reportar la localización de la o las células enfermas, transporte de fármacos y reportar el resultado de una terapia administrada.

El reto de la actualidad es unir estos dendrímeros para crear el tectodendrímero.

La estructura de los dendrímeros es bastante sencilla, está conformado por:

1. Núcleo (Core) : determina en gran medida la forma y multiplicidad de la molécula dendrítica

2. Zona de ramificación : formada por un número determinado de unidades de ramificaciones que viene definido por la generación del dendrímtero.

a. Generaciones: son análogos a los niveles de energía, aquí estos “niveles” indican la cantidad de moléculas agregadas al núcleo. (Generación 0 es el núcleo)

3. Periferia : zona donde se encuentran los grupos funcionales terminales y que constituyen el principal punto reactivo de la molécula.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005571

11:00-13:00 **Nanopartículas de cobre como potenciales agentes fototérmicos mediante irradiación solar directa y difusa** Mario Enrique Álvarez Ramos (*enrique.alvarez@fisica.uson.mx*), Departamento de Física, Universidad de Sonora.;

Roberto Carlos Carrillo Torres (*roberto.carrillo@unison.mx*), Departamento de Física, Universidad de Sonora.;

Isidoro López Miranda (*isi.lm@hotmail.com*), Departamento de Física, Universidad de Sonora.;

Eduardo Ortiz Rascón (*eduardo.ortiz@fisica.uson.mx*), CONACYT - Universidad de Sonora.;

*Rubén Aurelio Estrella Cerón (*rubenestrella1412@gmail.com*), Departamento de Física, Universidad de Sonora. ; *Expositor.

En este trabajo se muestra la potencial aplicación de nanopartículas de cobre en terapia fototérmica, estudiamos el incremento de temperatura en un maniquí óptico tejido equivalente exponiéndolo a la luz solar directa y difusa. Mostramos la síntesis y caracterización de estas nanopartículas plasmónicas, así como los estudios térmicos correspondientes bajo diferentes condiciones de irradiación. Para esto aprovechamos la relativa cercanía de la región de máxima absorción de las nanopartículas de cobre, en alrededor de 578 nm, con aquella del máximo del espectro de irradiancia solar, ubicada en alrededor de 500 nm.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005662

11:00-13:00 **Greenhouse gas capture in boron nitride fullerenes. A theoretical study** Alan Joel Miralrío Pineda (*miralrío@tec.mx*), Instituto Tecnológico de Monterrey;

Francisco Miguel De Jesús Castro Martínez (*miguel.castro.m@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Bryan Ashley Acosta García (*ashleyacosta872@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Fullerenes and CNTs have many applications in advanced materials however widespread research is currently being

done on fullerenes composed of inorganic materials other than carbon. For example, AlN-B nanotubes, aluminum nitride (AlN) and boron nitrides (BN). Such nanoclusters are known for their extreme stability, closed shell, and potentially strong behavior.

Various fullerenes have been used for the adsorption and capture of contaminant-type gases so once the TM@BN systems have been studied, it will be carried out the interaction with various polluting gases that are involved in global warming and the greenhouse effect such as CO₂, N₂O, SO₂, NO, and CO because they are of vital importance for environmental deterioration.

In this work, the structural, energetic, electronic and optical properties of the adsorption of polluting gases on the surface of exohedral fullerenes, TM@BN (TM = Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au; BN = B12N12) were evaluated at DFT level. The interacting systems will be characterized by calculating chemical reactivity descriptors, adsorption energies, frontier molecular orbitals, charge distributions, electron density topology, electrostatic potential maps, and IR and UV spectra.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005724

11:00-13:00 **IDENTIFICACIÓN DE ALCOHOLES CON PUNTOS DE CARBONO** Vivechana Agarwal (*vagarwal@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Naveen Kumar Bogireddy (*nsbogireddy@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Octavio López Gregorio (*octavio.lopezge@uaem.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

México es reconocido mundialmente como el principal productor de bebidas destiladas y por consiguiente tiene una gran derrama económica por lo cual propicia a la adulteración de bebidas alcohólicas. Además se encuentra una gran cantidad de productoras de bebidas alcohólicas artesanales que no cuentan con procesos de calidad en su elaboración. El consumo de bebidas alcohólicas adulteradas tanto a nivel mundial como en México se considera un serio problema de salud pública debido a la alta toxicidad y mortalidad asociada a ellas. En esta investigación, se sintetizaron puntos de carbono (biocompatible y no tóxico) dopado con nitrógeno (N-PC) utilizando ácido cítrico y urea como fuentes de carbono y nitrógeno, con el método de hidrotermal. El sensor esta basado en los cambios de absorbancia y fotoluminiscencia en función de concentración de metanol/propanol en etanol. También fue probado como identificador de diferentes bebidas alcohólicas de marcas conocidas y artesanales. Este trabajo tiene gran aplicación en la detección de adulterantes en alcoholes y como identificador de bebidas de diferentes marcas.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005731

11:00-13:00 **Adsorción e inactivación de moléculas contaminantes en la superestructura Borofeno/Al(111): un estudio DFT** Jonathan Guerrero Sanchez (guerrero@ens.cnyn.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Autónoma de Puebla;
 José De Jesús Quijano Briones (jose.quijanobrns@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;
 José Israel Paez Ornelas (paez@ens.cnyn.unam.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;
 Héctor Noé Fernández Escamilla (noefd@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología;
 *Gabriel Martínez Gutierrez (gabriel.martinezgz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;
 *Expositor.

El borofeno es un material bidimensional con diversas formas estructurales. La configuración de red hexagonal -también conocida como forma de panal- se sintetizó experimentalmente en superficies de Ag(111) y Al(111). Se ha informado de que el borofeno en Al(111)-borofeno/Al(111)- es estructuralmente más estable que el borofeno/Ag(111). Debido a la extraordinaria reactividad superficial que presentan los materiales bidimensionales en forma de panal, se han considerado candidatos prometedores para dispositivos sensores de gas. En este trabajo, investigamos mediante teoría funcional de la densidad (DFT) la viabilidad del borofeno/Al(111) para adsorber moléculas tóxicas: dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido nítrico (NO), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2) y dimetilsulfóxido ($DMSO$). Nuestros resultados muestran que el borofeno/Al(111) es un buen atrapador de gases, y también puede disipar las moléculas tóxicas en su elemento atómico, que se incorporan a la estructura del borofeno. Todas las moléculas probadas fueron adsorbidas y disociadas por el borofeno/Al(111), excepto el CO_2 . Calculamos los mapas de potencial electrostático (MEP) para examinar la evolución de la superficie potencial de los modelos a lo largo del mecanismo de adsorción y disociación de las moléculas.

Agradecemos a los proyectos DGAPA-UNAM IN105722, IA100920, y la subvención del Conacyt A1-S-9070, por el financiamiento parcial. Los cálculos se realizaron en el DGCTIC-UNAM centro de supercomputo, proyectos LANCAD-UNAM-DGTIC-051, LANCAD-UNAM-DGTIC- 368, y LANCAD-UNAMDGTIC382. Agradecemos a A. Rodríguez-Guerrero el apoyo técnico.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005749

11:00-13:00 **Estudio de propiedades de transmisión óptica de nanoislas metálicas depositadas en cuarzo** José Luis Hernández Pozos (jlhp@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;
 César Augusto Guarín Durán (cesarguarin@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;

Luis Guillermo Mendoza Luna (luisgml.2006@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana;
 Emmanuel Haro Poniatowski (haro@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana;
 *Lizzet Pacheco Vargas (pacheco9899@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana;
 *Expositor.

Un gran avance en el mejoramiento de la baja transmisión de luz a través de agujeros pequeños -con diámetros menores a la longitud de onda utilizada- se dio en 1998. Se descubrió que un conjunto ordenado de agujeros pequeños perforados sobre una lámina delgada metálica, transmiten más luz que lo predicho por la teoría de difracción. Este sorprendente resultado del aumento en la transmisión de luz, ocurre para ciertas longitudes de onda. A este fenómeno se le conoce como Transmisión Óptica Extraordinaria (EOT, por sus siglas en inglés) y se le relaciona con la presencia de plasmones superficiales de las estructuras estudiadas.

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos de películas desordenadas de cobre, oro y plata crecidas por deposición por ablación láser. Caracterizamos las muestras obteniendo los espectros de transmisión, e imágenes de su morfología por medio del microscopio electrónico de transmisión (TEM). Las películas metálicas presentaron un aumento en su transmisión de luz centrado en la longitud de onda asociada al plasmón superficial del material usado. De manera análoga a lo que Ebbesen encontró para muestras ordenadas, nosotros también encontramos para nuestras películas, que van desde nano-islas con posiciones aleatorias hasta capas completas que, la eficiencia de transmisión también aumenta aunque en menor medida que en EOT. Por otra parte, las muestras que presentamos son más sencillas de crecer. Continuamos haciendo experimentos para caracterizar el máximo de transmisión en función del espesor de la muestra en el caso de capas completas o la distribución de tamaños para el caso de nanoislas.

Referencias

- [1] Vidal, Francisco J García y Luis Martín Moreno: Plasmones superficiales. Investigación y ciencia, 67, 2008.
- [2] Ebbesen, Thomas W, Henri J Lezec, HF Ghaemi, Tineke Thio y Peter A Wolff: Extraordinary optical transmission through sub-wavelength hole arrays. nature, 391(6668):667–669, 1998.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005827

11:00-13:00 **Estudio teórico de la adsorción de gases de efecto invernadero en grafeno prístino y grafeno dopado con nitrógeno.** Raúl Arturo Espejel M. (espejel@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;
 Alipio Gustavo Calles Martínez (calles@unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Roxana Mitzayé Del Castillo Vázquez (roxanadelcastillo@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Amanda A. Gutierrez (ami.96@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se hace un análisis computacional de las propiedades de adsorción de las moléculas de CO, H₂O, H₂, and CO₂ sobre grafeno prístino y grafeno con defectos nitrogenados. Los cálculos computacionales fueron hechos usando la teoría de funcionales de la densidad con ondas planas y pseudopotenciales. El objetivo principal es caracterizar el mecanismo de transformación Eley-Rideal, que produce CO₂ y H₂O de CO y H₂. Se puede ver que el grafeno con defectos tiene interacciones débiles con las moléculas estudiadas. El tipo de defecto inducido marca estas interacciones débiles, es decir, los defectos estudiados no son lo suficientemente fuertes como para inducir una atracción más significativa hacia las moléculas. En general, los sistemas basados en grafeno dopado con N son los mejores sistemas para la adsorción de las moléculas de gases de efecto invernadero y su posible conversión electroquímica en hidrocarburos.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005971

11:00-13:00 **PHOTODEPOSITION OF GOLD NANOPARTICLES ON TITANIUM DIOXIDE NANOFIBERS** Ulises Salazar Kuri (usalazar@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas";

Nicolás Rutilo Silva González (silva@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas";

Justo Miguel Gracia Y Jiménez (gracia@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas";

Sergio Alberto Sabinas Hernández (ssabinas@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas";

*Jairo Enrique Moreno Orea (jairo_9407@hotmail.com), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas"; *Expositor.

With the purpose to increase the absorption of TiO₂ in the visible light region, we have synthesized titanium dioxide nanofibers decorated with Au nanoparticles. The TiO₂ nanofibers were prepared by electrospinning, through calcination at 400°C of an amorphous material. The polymeric solution for electrospinning was prepared using the following reagents: polyvinylpyrrolidone, ethanol, acetic acid, and Ti(OBu)₄. Gold nanoparticles were supported on titanium fibers through photodeposition, using HAuCl₄ as precursor. A methanol/water solution in an inert atmosphere was used as media to carry out the photoreaction and a lamp with emission in the ultraviolet (254 nm) was used as illumination source. X-ray diffraction, micro-Raman spectroscopy, scanning electron microscopy and diffuse reflectance spectroscopy in the ultraviolet-visible region were

used to characterize the structural, morphological and optical properties of the Au/TiO₂ system. Our results show anatase rich nanofibers with face-centered cubic phase for gold. Morphologically, we observed fibers whose diameters lies between 80 and 200 nm and Au NPs with a large size distribution deposited on the nanofibers. Clear evidence of absorption in the visible light region was observed with the Au/TiO₂ nanofibers, indicating the presence of the localized surface plasmon resonance and a band gap energy around of 3.1 eV was estimated.

Acknowledgments: Authors would like to thank the Institute of Physics of the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (IFUAP) and "Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado" (VIEP) (projects 100023177-VIEP2021 and 100148066-VIEP2021) a for financial support. J.E.M.O wishes to thank CONACyT for Scholarship 2021-000018-02NACF-01592.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006044

11:00-13:00 **Biosíntesis de NPs de Ag y Au mediante bacterias y/o hongos de la especie Bacillus Subtilis.** Jesús Guzmán Moreno (jegumo5@gmail.com),

Universidad Autónoma de Zacatecas;

Rosa María Ramírez Santoyo (ramirezsantoyo@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

María Leticia Pérez Arrieta (lperez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física.;

José De Jesús Araiza Ibarra (araiza@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física.;

Luz Elena Vidales Rodríguez (luzelenavr@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas.;

José Juan Ortega Sigala (jjosila@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Fernando Luna Alvarez (fernando.luna@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física.; *Expositor.

El estudio de las nanopartículas metálicas es un área de investigación que actualmente cobra importancia dentro de la comunidad científica, esto, debido a su amplio campo de aplicaciones en medicina, óptica, electrónica, bioquímica, agricultura, entre otras, además de su uso esencial para el desarrollo de nuevas tecnologías. La síntesis biológica de nanopartículas metálica mediante el uso de metabolitos procedentes de plantas, bacterias y hongos, se considera un método económico y sustentable para el ambiente. Una de las principales aplicaciones de las nanopartículas de oro y plata es su uso como antimicrobianos eficaces, sin embargo, su efecto antimicrobiano ante estructuras biológicas altamente resistentes como las endoesporas bacterianas ha sido poco estudiado. En este trabajo analizó la interacción de nanopartículas de Au

y Ag obtenidas mediante biosíntesis fúngica con endoesporas de la bacteria *Bacillus subtilis* mediante la técnica de Espectroscopía Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR). Como resultados se muestra la caracterización de las nanopartículas obtenidas por síntesis biológica utilizando metabolitos de origen fúngico empleando métodos espectroscópicos (UV-vis, Fluorescencia de rayos X y DRX), así como los resultados de FTIR de la interacción endoespora-NP. Los resultados obtenidos muestran que el proceso de síntesis fue exitoso ya que se obtuvo un alto rendimiento del proceso de biosíntesis y mediante espectroscopía UV-Vis se demostró la presencia de una banda de absorción entre 500 y 550 nanómetros indicativa de la formación de un plasmón de resonancia superficial asociada a la formación de las nanopartículas de oro. Empleando el método de XRF se determinó la composición elemental de las muestras y mediante difracción de rayos X se demostró la estructura cristalina de las mismas. Finalmente, el análisis de espectroscopía FTIR reveló la presencia de bandas características a las endoesporas bacterianas en un rango de 1000 a 1800 cm^{-1} .

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006154

11:00-13:00 **Synthesis of ZnO and SnO₂ nanoparticles comparing two different sol-gel methods** *Flavio Manuel Naca Maldonado (flavionava@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*
Juan Carlos Martínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;
Karla Arely Rodríguez Magdaleno (karelyrod@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;
María José Morán Reyes (mm.r6043@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;
**Citlaly Jacqueline Plascencia Díaz (38190829@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Los óxidos metálicos son compuestos binarios (SnO₂, CuO, ZnO, NiO, Co₃O₄, TiO₂) han mostrado propiedades fisicoquímicas dentro de las cuales la principal es ser semiconductores en condiciones basales los óxidos metálicos han sido estudiados por mucho tiempo debido a la diversidad de aplicaciones que presentan. El óxido de estaño y de zinc tienen una banda prohibida de 3.6 eV y 3.3 eV respectivamente, ambos son de interés debido a que los precursores son de fácil acceso, además de que el proceso de síntesis es barato y pueden tener múltiples aplicaciones. El método sol-gel brinda productos de alta homogeneidad, pureza y calidad y sus propiedades físicas y químicas pueden variar dependiendo de los solventes o agentes complejantes. En este trabajo en la síntesis de SnO₂ y ZnO se utilizaron los precursores SnCl₄*2H₂O y CH₃COOZn respectivamente. SnCl₄*2H₂O fue disuelto en etanol y llevado a un pH de 4 por medio de NaOH, donde el producto fue lavado y calcinado, de manera similar el precursor fue disuelto con agua, consiguiendo una precipitación añadiendo amonía, se lavó, seco y disolvió con

ácido acético, posteriormente se añadió etilenglicol agitado para obtener un gel y finalmente secado y calcinado. Para el caso de ZnO el precursor acetato fue disuelto en agua además de ser añadido triton X-100 con agitación, tratado con amonía, lavado, secado y calcinado. También este precursor fue disuelto con agitación a una temperatura de 80 oC, el pH ajustado a 10 aproximadamente. Finalmente, el producto fue lavado, secado y calcinado. El polvo obtenido de los 4 productos ha sido caracterizado por espectrometría RAMAN y análisis DRX. Ambos óxidos pueden ser depositados sobre sustratos de SiO₂ y poder ser utilizados como fotocatalizadores, inhibidores microbianos en electrónica o el área biomédica.

Óptica - LXV-004436

11:00-13:00 **Vorticity of the Poynting Vector around a nanoslit at resonant wavelengths.** *Carlos Raul Sandoval Alvarado (crsa@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de Mexico;*
Olivo Rojas Hernandez (orojash002@alumno.uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de Mexico;
**Juan Sumaya Martinez (jsm@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de Mexico; *Expositor.*

At wavelengths where optical enhanced transmission occurs we show that the near field spectrum in the neighborhood of a subwavelength metallic slit shows a topology that improves the energy flow through the slit no matter its thickness. We also show that a small change in the wavelengths turns the energy flow away from the aperture generating a kind of turbulence that destroys the enhanced transmission phenomenon. Several simulations are shown.

Óptica - LXV-004533

11:00-13:00 **Estudio temporal y espectral de F8L mediante el uso de un sistema de ajuste automatizado de placas controladoras de polarización** *Julián Moisés Estudillo Ayala (julian@ugto.mx), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato;*
Roberto Rojas Laguna (rlaguna@ugto.mx), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato;
Jesús Pablo Lauterio Cruz (pablo.lauterio@unison.mx), Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora;
Olivier Pottiez (pottiez@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica A. C.;
José David Filoteo Razo (davfiloteo@gmail.com), Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas;
Daniel Alberto Razo Medina (darazo@ugto.mx), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato;

Juan Carlos Hernández García (*jchernandez@ugto.mx*), Investigadoras e investigadores por México, CONACYT - DICIS Universidad de Guanajuato;
Maximino Roberto Tapia García (*mr.tapiagarcia@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato;
*Stephanie Guadalupe Hernández García (*sg.hernandezgarcia@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; *Expositor.

El trabajo presenta el estudio de las propiedades temporales y espectrales de un láser pulsado de fibra óptica en configuración F8L (figure-eight laser, F8L) mediante el ajuste automatizado de placas controladoras de polarización. El esquema consta principalmente de fibra estándar, fibra de doble revestimiento dopada con Er/Yb, aislador óptico, espejo de lazo óptico no lineal que opera como absorbedor saturable y placas retardadoras. El sistema de control se realizó utilizando diseños asistidos por computadora (CAD), impresión 3D y sistemas de posicionamiento aplicados en las etapas de control de polarización. El régimen de operación del láser es ajustado de forma automática mediante un sistema de control compuesto por placas retardadoras de media onda (half-wave retarder, HWR) y un cuarto de onda (quarter-wave retarder, QWR). El posicionamiento automatizado de una placa QWR dentro del esquema permite el autoencendido del régimen pulsado, mientras que las placas del control de polarización (QWR, HWR, QWR) permiten ajustar la duración temporal y espectral a la salida del láser.

Los pulsos obtenidos se clasifican como pulsos de ruido, los cuales tienen duraciones temporales del orden de ns y anchos espectrales de decenas de nm. El esquema generó una señal a 1567 nm, con duración de pulsos de 189.5 ps a 350 ps, anchos espectrales de 13.4 nm a 53.4 nm y frecuencias de repetición múltiples de 904 kHz (correspondiente a un periodo de la cavidad de 1.106 μ s). Los pulsos permitirán aplicaciones como: la generación de pulsos armónicos, y generación de supercontinuo con alta planicidad. Finalmente, se muestran las ventajas de autoajustar el láser mediante el uso de un control automatizado para encontrar con mayor precisión modos de operación de interés en sistemas ópticos de múltiples variables. * Trabajo apoyado por el CONACYT programa Investigadoras e Investigadores por México (proyecto 3155), y CB 2017-2018 A1-S-33363. Y la Universidad de Guanajuato (CIIC 019/2022).

Óptica - LXV-004615

11:00-13:00 Optimización de campo eléctrico y transmisividad de fotones en un circuito óptico mediante nano antenas Gabriel González Contreras (*gabriel.gonzalez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Francisco Javier González Contreras (*javier.gonzalez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;
*José Andrés Aguilera Ramos (*a190410@alumnos.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

En este trabajo optimizamos de forma numérica la intensidad de campo eléctrico a lo largo de una línea óptica de transmisión implementada en un circuito óptico usando varias nano antenas dipolo con una progresiva reducción en el gap. Se demuestra, mediante el análisis del empare de impedancias, que con este arreglo podemos obtener un comportamiento similar a una lente óptica al focalizar la intensidad de campo eléctrico en la entrada del circuito óptico. Conectado el acoplador a la línea de transmisión se puede acoplar la onda electromagnética de tal manera que se obtiene un circuito que tiene el funcionamiento de acoplamiento, transmisión y reemisión de fotones. Nuestras simulaciones numéricas fueron realizadas por COMSOL cual implementa el Método Elemento Finito (MEF) para resolver la ecuación de onda de Maxwell en el dominio de la frecuencia. Nuestra nueva geometría ofrece un nuevo enfoque para diseñar circuitos ópticos para propagar fotones y modos propagación a través de una línea de transmisión.

Óptica - LXV-004651

11:00-13:00 Análisis Experimental de la Dinámica de Micropartículas Mie en una Trampa Termofórfica Inducida por Láser Jorge Mauricio Paulin Fuentes (*mauriciopaulin@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

Ibis Ricardez Vargas (*ibis.ricardez@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

Francisco Antonio López Pérez (*franciscoantoniolopezperez388@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

Carlos Manuel López Arellano (*182a12019@alumno.ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

*Marco Antonio Meza Rodríguez (*182a12008@alumno.ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

En el presente trabajo se realizó un estudio experimental en el que se analiza la dinámica de micropartículas de Sílice, de 3 μ m sumergidas en una muestra, usando una pinza termofórfica inducida ópticamente por un láser He-Ne con una potencia de 17.0 mW. Se realiza un ajuste a la curva experimental de la posición contra el tiempo a partir de un modelo matemático obtenido del balance de fuerzas entre la fuerza de inercia y las fuerzas termofórfica, de arrastre y de convección. Posteriormente se analiza la velocidad y aceleración de la partícula. Para la visualización de imágenes se uso una cámara CCD, donde se observó el desplazamiento de las partículas de regiones de baja temperatura a alta temperatura. Se trabajó en condiciones estándar de presión, 1 atm y temperatura, 25°C.

11:00-13:00 **USO DE TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS PARA CARACTERIZAR AGUAS RESIDUALES CON RESIDUOS DE LODO DE MORELIA, MICHOACÁN** José Vega Cabrera (*jose.vega.cabrera@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Gabriel Arroyo Correa (*garroyo@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eleasar Villa Villa (*1422702c@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Itzel Luviano Soto (*itzel.luviano@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Yajaira Concha Sánchez (*yajaira.concha@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

El impacto de la actividad humana sobre la contaminación del agua es cada mayor. Aunado al aumento de la población y la demanda inherente de agua potable, hace cada vez más demandante la implementación de políticas públicas de sanidad del agua que permitan disminuir el riesgo de enfermedades e intoxicaciones potencialmente letales para el ser humano. Los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud y los propios de cada país, deben ser observados puntualmente para tener una buena calidad del agua potable disponible a la población de cada país. En los países desarrollados, por lo general, esta tarea es encomendada a empresas particulares. Sin embargo, en países en vías de desarrollo, como el nuestro, la tarea la realizan el gobierno federal. La caracterización de la calidad del agua implica la medición, por técnicas destructivas y no destructivas, de diferentes parámetros físicos (temperatura, conductividad, color, turbiedad, sólidos disueltos, pH), parámetros químicos (identificación de metales y no metales, metales tóxicos y elementos radiactivos) y parámetros biológicos (identificación de patógenos y materia fecal). En fechas recientes se han reportado técnicas no destructivas acústicas y ópticas para medir algunos parámetros vinculados a la calidad del agua. En este trabajo se utilizan técnicas no destructivas para medir algunas propiedades físicas del agua residual con residuos de lodo de la ciudad de Morelia, Michoacán. Se tomaron muestras de lodo, constituido principalmente de arenas, limos y arcillas, obtenido de material de construcción sobrante de una casa-habitación, y se mezclaron con agua de grifo. Los parámetros medidos incluyen las frecuencias de resonancia inducidas por impulsos acústicos a 10 KHz, la conductividad eléctrica, las propiedades colorimétricas, la generación de CO₂ y los patrones de imagen de luz UV transmitida por las muestras. Los resultados obtenidos muestran diferencias específicas entre las muestras.

11:00-13:00 **Deep Learning-Based Segmentation of Red Blood Cells in Lensless Digital In-Line Holographic Microscopy Images.** Jorge Alexis Herrera Ramírez (*jorgeherrera@itm.edu.co*), Institución Universitaria ITM;

José Fernando Pamplona Zuluaga (*josepamplona@itm.edu.co*), Institución Universitaria ITM;

*Luis Miguel Gómez Meneses (*luisgomez251811@correo.itm.edu.co*), Institución Universitaria ITM;

*Expositor.

Lensless digital in-line holographic microscopy (LDIHM) is a simple approach to capturing images with 3D information. With this approach, it is possible to get microscopic cell images without applying invasive procedures such as cell staining, using affordable hardware. The phase images generated in LDIHM that include a 3D description have relevant information on cells that could lead to anomaly detections as parasites. Although there are some deep learning approaches to classify or detect certain features in images without segmenting the region of interest, this process can be useful for individual object analysis. In this work, we explore segmentation techniques on LDIHM images by comparing their results on amplitude and phase. The experiment is conducted using a spatially filtered 532 nm wavelength laser on a diluted blood sample and captured by a Raspberry Pi HQ camera reaching 1.55um resolution. The segmentation model evaluation is carried out on performance over the red blood cells which are in the 8 um range. Even though some classical algorithms can retrieve almost all the cells, a deep learning-based method gets better precision in establishing cell boundaries.

11:00-13:00 **Cálculo del coeficiente de absorción de colorantes disueltos en alcohol** Maribel Marcela Méndez (*motero@fcfm.buap.mx*), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA;

*Marian Sosa Mendoza (*marian.sosa@alumno.buap.mx*), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; *Expositor.

Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA;

La absorción de la radiación electromagnética es el proceso por el cual dicha radiación es captada por la materia. Cuando la absorción se produce dentro del rango de la luz visible, recibe el nombre de absorción óptica. Esta radiación, al ser absorbida, puede, bien ser reemitida o bien transformarse en otro tipo de energía, como calor o energía eléctrica. Para cierta longitud de onda esta absorción es cuantificada por el coeficiente de absorción lineal. En este trabajo se calculan los coeficientes de absorción lineal para diferentes colorantes como rojo de metilo y azul de metileno disueltos en alcohol. Se mostraran resultados sobre los coeficientes de absorción obtenidos de los espec-

tros de absorción y a partir de la Ley de Lambert-Bee, realizando una comparación entre ellos.

Óptica - LXV-004811

11:00-13:00 Interferometría de corrimiento de fase y amplitud generalizada Cruz Meneses Fabián (*cmeneses@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Carlos Augusto Flores Meneses (*augustoflores94@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Recientemente se ha presentado un método capaz de medir directamente las amplitudes de referencia y prueba del campo óptico, y además la fase del objeto nombrado como interferometría de corrimiento de fase y amplitud o APSI de sus siglas en inglés Amplitude-Phase Shifting Interferometry. El arreglo experimental se basa en un interferómetro Mach-Zehnder. Los haces de referencia y prueba tienen polarización lineal y circular a derechas, respectivamente, mientras que, a la salida del interferómetro, se coloca un polarizador lineal para obtener interferogramas modulados en amplitud y que a su vez genera los pasos de fase. Para recuperar los parámetros del campo óptico, es decir, la amplitud de referencia, la amplitud de prueba y la fase del objeto, es necesario capturar un mínimo de tres interferogramas cada uno con un cierto corrimiento de fase que es dado por la posición angular de polarizador ubicado en la salida, estos corrimientos de fase deben ser conocidos e iguales, sin embargo, es posible recuperar estos parámetros con N interferogramas. Ahora se propone una variante de esta técnica nombrada como interferometría de corrimiento de fase y amplitud generalizada o GAPSI de sus siglas en inglés General Amplitude-Phase Shifting Interferometry. En esta técnica, a diferencia de APSI, los corrimientos de fase para recuperar los parámetros de campo óptico pueden ser arbitrarios pero conocidos. Se muestra una descripción del montaje experimental, del modelo matemático, la solución para el caso de tres interferogramas y finalmente resultados experimentales donde se muestran los parámetros del campo óptico recuperados con tres corrimientos de fase arbitrarios en diferentes casos.

Óptica - LXV-004867

11:00-13:00 Efecto e Influencia de la capa adhesiva en el desempeño de un sistema de detección óptico tipo SPR Rodolfo Cortés Martínez (*rcorte@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Carlos Alberto Fuentes Hernández (*ca.fuentes@itsur.edu.mx*), Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guajalajara;

*Luis Alberto López Durán (*e18120344@alumnos.itsur.edu.mx*), Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guajalajara; *Expositor.

Hoy en día, la resonancia de plasmones de superficie (SPR) se ha considerado como una tecnología clave para numerosas aplicaciones de detección debido a su habilidad no invasiva de sensado y gran precisión, siendo de gran interés para los científicos experimentales. El oro es uno de los metales más empleado en SPR debido a su alta conductividad, maleabilidad y ductilidad. A pesar de que tiene un factor Q ligeramente más pequeño que la plata, sus propiedades químicas lo hacen apropiado para construir este tipo de sensores, ya que es químicamente inerte en un ambiente acuoso y se puede aplicar fácilmente. Sin embargo, su adhesión con el vidrio es muy pobre por lo que se requiere una capa de adhesión. Para una adhesión eficiente de la película delgada de oro en sustratos dieléctricos como el vidrio es esencial para la durabilidad y eficiencia del sistema de detección. En este trabajo se presenta un estudio numérico de la influencia que tiene la capa adhesiva en el desempeño del sensor usando como figura de mérito el factor de calidad Q. Los materiales utilizados como capas delgadas adhesivas fueron Ti, Cr, Ni, Pd, Pt, W. Adicionalmente, se investigaron las propiedades dispersivas de la permitividad dieléctrica de las capas adhesivas en el régimen óptico. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos del estudio numérico y conclusiones obtenidas.

Óptica - LXV-004898

11:00-13:00 AVANCES EN LA FABRICACIÓN DE UN ESPEJO ÓPTICO MEDIANTE IMPRESIÓN 3D Brenda Villalobos Mendoza (*brenda.villalobos@udem.edu*), UNIVERSIDAD DE MONTE-RREY;

Eduardo Pérez Tijerina (*eduardo.perez@tj@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Rafael Izazaga Pérez (*izazaga@gmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Dulce González Utrera (*dulce.gonzalez@icat.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Daniel Aguirre Aguirre (*daniel.aguirre@icat.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Ana Bautista Hernández (*ann.bta05@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

En este trabajo se presenta el potencial de la tecnología de manufactura aditiva (AM) para la fabricación de componentes ópticas. Se presenta el diseño, la fabricación y caracterización de componentes ópticos fabricados mediante impresión 3D con la técnica de estereolitografía (SLA). Se utilizó la impresora comercial 3D de la marca Formlabs modelo Form 3, para la fabricación de superficies ópticas. La caracterización consistió en la medición de la rugosidad, misma que se midió con un microscopio interferométrico de la marca Wyko, el índice de refracción, se midió con un refractómetro de Abbe modelo WY1A, además de

las mediciones de la irregularidad de la superficie óptica se midió mediante interferometría usando un interferómetro comercial de la marca Zygo.

A lo que se llegó a un índice de refracción de 1.505 y una rugosidad del orden de 5 nm RMS, en tanto para la medición de la calidad, observamos franjas de interferencia donde visualizamos deformaciones de la superficie del orden de 3λ en pico-valle y 0.46λ RMS ($\lambda = 632.8$ nm).

Óptica - LXV-004967

11:00-13:00 ESTUDIO ÓPTICO DE LA GEOMETRÍA DE META-ÁTOMOS Iván Moreno Hernández (*imorenoh@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

*David Zárate Villegas (*zaratev.david@gmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; *Expositor.

Los meta-átomos son estructuras menores a la longitud de onda, cuyas propiedades ópticas y eléctricas exóticas han llamado la atención en la formación de componentes ópticas. Dichos meta-átomos son la unidad más pequeña que conforman una metasuperficie; éstas metasuperficies, pueden ser utilizadas para la formación de componentes ópticas, como lo son las metalentes. En este trabajo revisamos las diferentes geometrías de los meta-átomos para diseñar y analizar metalentes para iluminación. El principio de funcionamiento de una metalente conformada por meta-átomos, es la dispersión colectiva y estructurada de la luz. Al ajustar los parámetros geométricos de los meta-átomos, es posible enfocar la luz.

Óptica - LXV-004996

11:00-13:00 Medición de la energía, momento y fuerza transmitidos por un láser pulsado Patricia Padilla Sosa (*ppadilla@uv.mx*), Universidad Veracruzana;

Héctor Hugo Cerecedo Núñez (*hcerecedo@uv.mx*), Universidad Veracruzana;

*Edgar Tonatiuh Santiago Lobato (*toslobato@hotmail.com*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

Los efectos de la presión de radiación en objetos macroscópicos tienden a ser despreciables por se inversamente proporcionales a la velocidad de la luz y directamente proporcionales a la irradiancia de la fuente. Sin embargo, un láser pulsado es capaz de comprimir toda su energía en un muy corto periodo de tipo lo cual aumente de gran manera la irradiancia. Por lo cual se construyó un sistema con un péndulo al cual se le apuntó un láser pulsado Continuum Surelite I-10 Nd:YAG que genera $250mJ$ para $\lambda = 532nm$. Con este sistema se obtuvieron mediciones de Energía, momento y fuerza transferidos. Se encontró que si es posible mover objetos macroscópicos únicamente con

la presión de radiación ejercida por el láser. De tal manera que el momento y la fuerza transferida al péndulo tienen un comportamiento lineal igual a la resta del momento/fuerza de radiación del láser menos un factor de perdida que depende del material, esto es $p_t(E) = p_r(E) - \alpha$ y $F_t(E) = F_r(E) - \beta$.

Óptica - LXV-005029

11:00-13:00 COMPARACIÓN EXPERIMENTAL DE CURVAS DE BARRIDO EN Z DE UN MEDIO TÉRMICO, OBTENIDAS A TRAVÉS DE UNA CÁMARA Y UN DETECTOR Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Diana Lizeth García Pérez (*y_liz_28@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Una de las técnicas de caracterización de materiales ópticos no lineales es la bien conocida "Técnica de barrido en Z", la cual consiste en hacer un barrido con el medio alrededor de la cintura de un haz Gaussiano, detectando la luz transmitida a través del medio a campo lejano con un medidor de potencia. Los datos registrados son graficados en función de la posición de la muestra, obteniendo así una curva de barrido en Z, de la cual se obtiene el signo y magnitud del índice de refracción no lineal que presenta el medio. A finales del año pasado, surgió una pregunta e inquietud, de ¿como varían estos resultados si se cambia el medidor de potencia por una cámara de celular?, en la cual se registrarían distribuciones de intensidad en ves de magnitudes de intensidad, esta inquietud surgió de la necesidad de remplazar un fotodetector por una cámara de celular, debido a la falta de éste. Así, en respuesta a la pregunta realizada, se presenta en este trabajo una comparación experimental de curvas de barrido en Z empleando un medio térmico, un fotodetector y una cámara de celular.

Óptica - LXV-005061

11:00-13:00 Trazo de rayos en medios con índice de refracción gradiente inmersos en un medio no normalizado *Jesús Emmanuel Gómez Correa (*jesusg@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey; *Expositor.

Por lo general, para obtener un método de trazo de rayos menos complicado en un medio de índice de gradiente (GRIN), se realiza una normalización. Esta normalización consiste en que los valores del índice de refracción en la

superficie del medio GRIN y el valor del medio de índice de refracción donde está inmerso son los mismos. Esta normalización se realiza argumentando que no hay pérdida de generalidad en la propagación del rayo dentro del medio GRIN, sin embargo, esto limita a que el rayo incidente (rayo fuera del medio GRIN) siempre se propague en un medio con un índice de refracción constante igual al de la superficie del medio GRIN, el cual, cuando entra al medio GRIN no genera ninguna refracción inicial. En este trabajo se presenta un método de trazo de rayos exacto basado en las invariantes del rayo, el cual es tan simple que ya no es necesario realizar la normalización para reducir las complicaciones del trazado de rayos en los medios GRIN. Para observar su funcionamiento se implementa en diferentes medios GRIN simétricos, tales como los medios rectangulares, cilíndricos y esféricos. Finalmente, se presenta que el invariante del rayo proveniente del principio de Fermat aún se conserva incluso fuera de la lente. Esto implica que no es necesario aplicar la ley de Snell cuando el rayo sale del medio GRIN, ya que la conservación de la invariante del rayo de Fermat asegura la conservación de la ley de Snell, dado que el invariante es una ley generalizada de Snell.

Óptica - LXV-005094

11:00-13:00 **Síntesis y caracterización de los N-GQD@AuNP con efecto de resonancia de plasmón para sensores optoelectrónicos** Romeo De Jesús Selvas Aguilar (*rselvas@fcfm.uanl.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Oxana Vasilevna Kharissova (oxana.kharissova@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Gerardo Alejandro Montano Gonzalez (gerardo.montanog@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

María Idalia Gómez De La Fuente (maria.gomezd@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

**David Ibarra Luna (david.ibarralu@uanl.edu.mx)*, Universidad Autónoma de Nuevo León; **Expositor.*

Los puntos cuánticos de grafeno (GQD) son pequeños fragmentos y su emisión puede ocurrir solo a ciertas frecuencias las cuales dependen del tamaño y pueden usarse para crear monitores a color, computadoras y electrodomésticos. Los GQD también han encontrado aplicación como etiquetas fluorescentes en la investigación médica y biológica. Los métodos de producción de grafeno existentes no son adecuados para la producción de puntos cuánticos de grafeno. Por un lado, se pueden cortar puntos a partir de grandes láminas de grafeno. Por otro lado, se pueden utilizar como base láminas obtenidas por deposición química de vapor. Sin embargo, en el primer caso es difícil controlar la uniformidad de la punta, y en el segundo caso, su tamaño. Esto complica no solo la aplicación de los puntos en la práctica, sino también sus estudios teóricos. Para mejorar la calidad de los puntos cuánticos

de grafeno, es necesario desarrollar una tecnología de producción nueva. El objetivo de presente investigación fue síntesis de los GQD con grupos funcionales -N (N-GQD). La síntesis de GQD se realizó por método hidrotérmica utilizando una fuente de carbono (grafeno, nanotubos de carbono multicapa y carbón negro) y H₂O₂ como agente oxidante, además de que se añadió una fuente de N en la reacción para modificar la superficie química del GQD, dando lugar al nanomaterial N-GQD. Su superficie química modificada permitió parcialmente la nucleación y el acoplamiento de nanopartículas de oro a partir de una solución de HAuCl₄, creando el compuesto N-GQD@AuNP. El nanomaterial N-GQD se caracterizó por espectroscopía de UV-Vis, espectroscopía de FTIR, difracción de rayos X (XRD), espectrometría infrarroja por transformada de Fourier y espectrometría de fotoluminiscencia, y el compuesto N-GQD@AuNP se caracterizó por UV-Vis, presentando bandas características a 280 nm, 325 nm (para N-GQD) y uno a 425 nm (AuNP).

Óptica - LXV-005143

11:00-13:00 **Medición Interferométrica de radios de curvatura locales usando IDP** *Alejandro Cornejo Rodríguez (acornejo@inaoep.mx)*, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y electrónica;

Fermín Salomón Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y electrónica;

**María Elizabeth Percino Zacarías (epercino@inaoep.mx)*, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y electrónica; **Expositor.*

Uno de los problemas a los que se enfrentan los fabricantes de superficies esféricas o de formas libres, es la medida de la calidad de la forma de la superficie. En este trabajo presentamos un método para medir radios de curvatura locales usando un frente de onda plano como fuente de iluminación y un IDP como instrumento sensor para encontrar los radios de curvatura. Se usa el IDP debido a su sensibilidad al producir interferencia solo cuando se tiene una fuente puntual, la cual es producida en cada centro de curvatura de cada radio de curvatura local.

Óptica - LXV-005254

11:00-13:00 **Estudio y análisis del diseño de un sistema multi-espejos fuera de eje para un objetivo de litografía ultravioleta extrema** *Alejandro Cornejo Rodríguez (acornejo@inaoep.mx)*, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Sergio Vázquez Y Montiel (sergiovazquez6969@gmail.com), Universidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlán;

Fermín Salomón Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Jorge De Jesús Alvarado Martínez (jorgedejesusalvaradomart@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

En los últimos años los sistemas de reflexión multi-espejos fuera de eje se han popularizado y han tomado gran relevancia de debido a las ventajas que ofrecen como la ausencia de aberración cromática, baja sensibilidad a temperaturas y presión del aire, así como la obtención de sistemas más ligeros. Además de la calidad de imagen al incluir campos de visión amplios y eliminar los oscurecimientos u obstrucciones. Por lo tanto, teniendo aplicaciones en cámaras aeroespaciales y en general en sistemas infrarrojos y ultravioleta como son los sistemas litografía ultravioleta extrema (EUVL). La tecnología EUVL, que es la próxima generación de litografía, utilizada (principalmente en impresión / fabricación de chips, también conocida como "fabricación") que utiliza una gama de longitudes de onda ultravioleta extrema (que abarcan aproximadamente un 2% de ancho de banda FWHM de aproximadamente 13,5 nm, considerada para imprimir dispositivos de 32 nm e inferiores. Debido a la capacidad de absorción de la mayoría de los materiales ópticos conocidos por debajo de una longitud de onda de 100 nm prohibiendo una alta transmitancia. Por eso el uso de elementos reflectantes son la principal opción para los sistemas de EUVL al tener una mayor transmitancia.

En este trabajo se presenta el estudio y análisis para el diseño de un sistema óptico multi-espejos fuera de eje para un objetivo EUVL, teniendo en cuenta las restricciones de una apertura numérica de 0.2-0.5, una longitud de onda de 13 nm y el ángulo de incidencia del rayo principal en la máscara inferior a 6 grados en general. El principio de diseño y análisis de desempeño utilizando el software comercial de diseño Zemax OpticStudio también son presentados.

Óptica - LXV-005310

11:00-13:00 **Sensor de detección de curvatura de desplazamiento de alta sensibilidad basado en un interferómetro de fibra óptica** *Guillermo Salceda Delgado (guillermo.salceda@uanl.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON;*

Daniel Toral Acosta (daniel.toralacst@uanl.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON;

Norma Patricia Puente Ramírez (norma.puenterm@uanl.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON;

Romeo De Jesús Selvas Aguilar (romeo.selvasag@uanl.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON;

Pedro Alvarez Guzman (pedro.alvarezgmn@uanl.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON;

**Mezic Angel Rico Mendez (mricom@uanl.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON; *Expositor.*

El uso de sensores de fibra óptica se ha incrementado notablemente debido a la necesidad de monitoreo en diferentes aplicaciones, tales como sensores químicos, biológicos y físicos, además de dispositivos intrínsecos en láseres de fibra óptica. En este trabajo, se presenta un estudio experimental en un filtro utilizando fibra óptica la cual se modificaron sus características físicas, con la técnica de fabricación conocida como heat-pull donde el núcleo y el revestimiento fueron reducidos calentando y estirando desde sus dos extremos. La fibra monomodo se fijó sobre un accesorio flexible y se flexiono la fibra en incrementos de 10 m, se obtuvieron mediciones del espectro óptico de cada uno de los cambios en la fibra al realizar los mencionados incrementos. Los resultados indican cambios en la potencia a través del filtro debido a la curvatura inducida de 250 m en la fibra óptica, los cuales parten de -3.70 dbm hasta -3.77 dbm a una longitud de onda de 1553 nm, lo que indica una sensibilidad de 0.07 dBm con una resolución de $1.6 \times 10^{-3} m^{-1}$.

Óptica - LXV-005344

11:00-13:00 **Análisis computacional de conversores modales basados en redes de perdido largo fabricadas en fibras de pocos modos empleando el método de irradiación con láser de CO2** *Erick Reyes-Vera (erickreyes@itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano;*

Sebastian Valencia-Garzon (sebastianvalencia@itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano;

Jorge Montoya-Cardona (montoyacj@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

**Juan Soto-Perdomo (juansoto319998@correo.itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano; *Expositor.*

El diseño de conversores modales utilizando redes de periodo largo (LPG) en fibras ópticas de pocos modos tienen muchas ventajas, como una alta eficiencia de conversión, que son completamente a fibra óptica, sintonizables, de fácil fabricación y de gran interés en la técnica de multiplexación por división modal. En este trabajo se modelaron numéricamente LPGs fabricadas mediante la técnica de escritura con láser de CO2 utilizando el método de diferencias finitas y la teoría de modos acoplados, para ilustrar la relación entre las modulaciones del índice de refracción y la eficiencia de acoplamiento de modos de orden superior. Al fabricar LPG, la fibra es expuesta por el láser de CO2 desde un lado, generando un índice de modulación asimétrico. Los resultados de las simulaciones muestran que el acoplamiento entre los modos LP01 y LP11 puede adaptarse cambiando la forma y el área de modulación del índice de refracción en el núcleo de la fibra afectado por el

láser, manteniendo una alta eficiencia de acoplamiento y con bajas pérdidas por inserción. Adicionalmente se logró el fenómeno de acoplamiento de doble resonancia debido a la condición de coincidencia de fase permitiendo un conversor modal que cubre las bandas O + E + S + C.

Óptica - LXV-005351

11:00-13:00 Comparación entre los Diferentes Fenómenos No-lineales que Generan Segundo Armónico en la Superficie y en el Bulto del Cristal de Silicio

Adalberto Alejo Molina (adalberto.alejo@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

J. Jesús Escobedo Alatorre (jescobedo@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Omar Palillero Sandoval (omar.palillero@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Rosibel Carrada Legaria (rosibel.carrada@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Rufino Flores Zapotitla (rufino.floreszap@uaem.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

Es bien sabido que existen diferentes contribuciones a la señal de segundo armónico generada por un cristal. En particular para el silicio se considera que por ser centrosimétrico la contribución principal es la de la superficie y que el bulto del cristal no contribuye o la razón entre esta contribución y la de la superficie es muy pequeña. Sin embargo, estas pequeñas contribuciones existen y si varios fenómenos de segundo armónico de orden superior están presentes, entonces su contribución ya no es despreciable. Más aun resulta que esta contribución está en la misma dirección que la generada por la superficie según el Modelo de Enlace de Hiperpolarizabilidad (SBHM, por sus siglas en inglés), tal y como mostramos en este trabajo al comparar los diferentes tensores de susceptibilidad generados de acuerdo con este modelo. En particular comparamos las contribuciones de segundo armónico debidas a la superficie, el rompimiento de simetría en el bulto del cristal por un campo eléctrico constante (EFISH, por sus siglas en inglés), otro mecanismo es el debido al gradiente del haz de excitación y finalmente por dispersión espacial. Proponemos también una manera de separar las contribuciones del bulto de las de la superficie.

Óptica - LXV-005375

11:00-13:00 Modelado de la dilatación de rocas mediante la técnica de speckle.

Yinisey Ponce De León Villanueva (yeponc@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Mauricio Ortíz Gutiérrez (mortizg@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Carlos Vinajera Reyna (vreyrna@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán;

Jorge Lugo Jiménez (jorge.lugo@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán;

**Mario Perez Cortes (mperez.cortes@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.*

Este trabajo se realiza para poder determinar las causas del daño en estructuras prehispánicas, construidas a base de rocas. Se decidió medir de manera indirecta en rocas de la región y en una primera instancia el modelado para una roca. Se diseña un sistema geométrico aleatorio designado como roca. Mediante un proceso aleatorio se dilata el perfil del volumen de la roca, el que pudiese representar algunas micras. Este proceso simulará la expansión o contracción de la roca mediante alteraciones climáticas, en especial la temperatura. Se propone un modelo matemático para la incidencia y reflexión de la luz que mediante Monte Carlo se obtendrá el modelo de motas, y mediante escalamiento se propondrá su variación de estas motas. La comparación se realiza mediante la obtención de un par de imágenes digitales, y la propagación de un haz que simulará un equivalente al interferometry de Young, para determinar la dilatación del objeto. Se muestra los resultados del modelo propuesto donde se expresa la dilatación medida en algunos micrómetros. Esta idea nos ayuda a buscar mediante una exposición real al sol y determinar si las estructuras construidas con rocas sufren alteraciones a lo largo del tiempo.

Óptica - LXV-005410

11:00-13:00 Recuperación de un objeto con alta resolución mediante pticografía de Fourier

Carlos Ignacio Robledo Sánchez (carlos.robledo@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Luis Alberto Rendón Delgado (luis.rendon@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Andrés Yañez Cabrera (andres.yanez@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Pticografía de Fourier (PF) es una técnica para obtener imágenes microscópicas computacionales, está basada en la microscopia óptica y consiste en la síntesis de una mayor apertura numérica a partir de un conjunto de imágenes adquiridas por varios ángulos de iluminación, resultando en un alto incremento en la resolución comparada con la microscopia convencional. A diferencia de los métodos interferométricos, PF recupera la información de fase por medio de un algoritmo iterativo que procesa el conjunto de imágenes adquiridas en el dominio de Fourier (dominio frecuencial) para finalmente combinar estos datos en una sola imagen que parece haber pasado a través de una lente "sintética", cuyo tamaño efectivo puede extenderse por todo el cono de luz difractada por el objeto para ofrecer una resolución mucho mayor. Por lo tanto, el propósito de este

trabajo es estudiar la técnica de PF para la recuperación de un objeto de amplitud y fase, con alta resolución por medio de simulaciones realizadas en Matlab, que muestran el proceso iterativo del algoritmo de pticografía de Fourier

Óptica - LXV-005558

11:00-13:00 **Lente cilíndrica deformable para microscopio de hoja de luz** Héctor Hugo Cerecedo Núñez (*hcerecedo@uv.mx*), Universidad Veracruzana; Jorge González García (*jgonzal@mixteco.utm.mx*), Universidad Tecnológica de la Mixteca; Agustín Santiago Alvarado (*santiago@mixteco.utm.mx*), Universidad Tecnológica de la Mixteca; Alexis Vázquez Villa (*avazquez@mixteco.utm.mx*), Universidad Tecnológica de la Mixteca; *Brayan Rafael López Raymundo (*lorb980908@gs.utm.mx*), Universidad Tecnológica de la Mixteca; *Expositor.

La microscopía de hoja de luz es una técnica de microscopía óptica que permite la visualización tridimensional de objetos mediante un esquema de iluminación perpendicular al objetivo de detección. El plano de iluminación puede generarse, por ejemplo mediante una lente cilíndrica, sin embargo, la resolución axial del sistema depende del grosor del haz Gaussiano enfocado por lo que una alta resolución también significa una reducción en el campo de visión pues este depende del doble de la distancia de Rayleigh, debido a esto en este tipo de microscopios el diseño se hace con base en el tamaño de la muestra que se quiere analizar. Para solventar lo anterior en este trabajo se presenta el diseño y simulación de una lente cilíndrica deformable hecha de Polidimetilsiloxano (PDMS) que puede cambiar su distancia focal al ser sometida a esfuerzos mecánicos con lo que se obtienen diferentes dimensiones de la hoja de luz de iluminación permitiendo la visualización de objetos de dimensiones desde centenas a decenas de micrómetros sin tener que cambiar las componentes ópticas del sistema de iluminación. Presentamos el diseño óptico así como el análisis del desempeño del sistema y simulaciones de las propiedades mecánicas de la lente al ser deformada.

Óptica - LXV-005567

11:00-13:00 **Simulación y análisis gráfico de luz roja, azul y verde polarizada linealmente al pasar por un papel celofán (retardador)** Juan Carlos Ibarra Torres (*carlos.ibarra@cucei.udg.mx*), Departamento de Física, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara; Mario Pérez Cortés (*mperez.cortes@correo.uady.mx*), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán; Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mauricio.ortiz@umich.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva (*yeponc@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

La polarización de la luz es la selección del plano de vibración del campo eléctrico de ésta. Un retardador es un material o dispositivo que modifica la polarización de la luz dependiendo de su birrefringencia o de sus índices de refracción. En la vida cotidiana un material que funciona como un retardador es el papel celofán, que cuando se coloca entre dos polarizadores lineales se observa un color de luz específico que depende del espesor del celofán y de la orientación relativa de los polarizadores y del celofán. Este resultado se debe a que el papel celofán produce un retardo diferente para cada color. En este trabajo se presenta una simulación de este experimento; para ello, se desarrolló un código en Matlab en el cuál es posible seleccionar la orientación de cada uno de los polarizadores así como el espesor del celofán. Como resultado se presenta un gráfico con el vector de polarización resultante después de hacer pasar luz de color roja, azul y verde a través del celofán. También se presenta una imagen que muestra el color resultante cuando luz blanca pasa a través del sistema descrito anteriormente. Esta simulación es muy útil para explicar vectorialmente el fenómeno de retardo de la luz; además, es visualmente atractivo al obtener diferente color variando el espesor o la orientación relativa de los polarizadores.

Óptica - LXV-005594

11:00-13:00 **Optical and acoustic forces for a hybrid micro-manipulation platform: a numerical comparison.** *Ángel Andrés Moreno Sánchez (*aams_fbm23@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Karen Patricia Volke Sepúlveda (*karen@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

The application of optical and acoustic fields to exert a non-contact force is a subject of increasing interest due to their diverse applications, for example in biomedical research. However, due to their different physical origin, their manipulation qualities such as force magnitude and scale of application differ. This work offers a numerical and parametric comparison between optical and acoustic forces in order to determine the optimal experimental parameters for developing a hybrid micro-manipulation platform, taking advantage of their complementary qualities. In particular, we analyze the forces generated by a focused Bessel light beam ($\lambda \approx 0.5 \mu\text{m}$) and an ultrasonic stationary acoustic wave in three dimensions ($\lambda \approx 500 \mu\text{m}$), exerted on spherical particles with sizes from few to tens of microns. A ray-tracing model for optics and the perturbation acoustic theory within the Gor'kov's approximation for small particles are used and the force magnitude

and stiffness, in the transverse and longitudinal plane, are presented.

Óptica - LXV-005667

11:00-13:00 **Microscopio de bajo costo para análisis dinámico de partículas.** Brenda Villalobos Mendoza (*brenda.villalobos@udem.edu*), Universidad de Monterrey;

Jorge González García (*jgonzal@mixteco.utm.mx*), Universidad Tecnológica de la Mixteca;

Agustín Santiago Alvarado (*santiago@mixteco.utm.mx*), Universidad Tecnológica de la Mixteca;

*Alexis Vázquez Villa (*avazquez@mixteco.utm.mx*), Universidad Tecnológica de la Mixteca; *Expositor.

Los microscopios ópticos son dispositivos que permiten la visualización de células in-vivo así como también de micropartículas. Existen múltiples modalidades de microscopía, entre ellas la microscopía de campo claro tiene la ventaja de ser una de las más sencillas de implementar, sin embargo, para poder realizar mediciones cuantitativas y automatizadas se requiere de una platina de posición xyz de alto coste que permita mover la muestra con precisión y de ser requerido con rutinas de movimiento automatizadas. Motivo por el cual varios grupos de investigación y sobre todo en varias Universidades públicas no pueden permitirse el adquirir uno de estos microscopios que pueden ser de utilidad tanto en investigación como en docencia. El presente trabajo presenta el desarrollo de una plataforma de microscopía de campo claro de bajo costo basado en un proyecto de acceso abierto que costa de una platina hecha con una impresora tridimensional la cual se puede controlar digitalmente permitiendo la creación de rutinas de medición y seguimiento automatizadas. Como ejemplo de aplicación mostramos el seguimiento de partículas micrométricas y calculamos los coeficientes de difusión de estas en diferentes medios líquidos. Finalmente presentamos un análisis de la caracterización mecánica y óptica del sistema construido mostrando ser un sistema prometedor en hacer accesible este tipo de estudios para varios grupos de investigación y docencia.

Óptica - LXV-005771

11:00-13:00 **Caracterización de una fuente láser de He-Ne** Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Daniel Sánchez Arrieta (*daniel.sanchezarr@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En diversos experimentos en el área de la óptica y la óptica no lineal es necesario el uso de una fuente láser, por

esta razón la caracterización de dicha fuente es de suma importancia. En este trabajo se muestran resultados sobre la caracterización de un láser He-Ne que incluye la medición del radio mínimo del haz mediante la técnica de la navaja en las direcciones x y y del plano transversal, obtención del parámetro M^2 , la determinación de la longitud de onda central y ancho de emisión mediante el uso de un espectrofotómetro.

Óptica - LXV-005774

11:00-13:00 **“Medición de desplazamientos nanométricos empleando dos Interferómetros Fabry-Perot de fibra óptica”** David Monzón Hernández (*dmonzon@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.;

Carmen Edith Domínguez Flores (*carmendmz@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.;

Monserrat Del Carmen Alonso Murias (*monsealo@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.;

*Oswaldo Rodríguez Quiroz (*oswaldo.rodriguez@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.; *Expositor.

En la biología, medicina, mecánica, ingeniería de materiales, industria farmacéutica, alimentaria, energía, construcción y aeroespacial, entre otras, se emplean productos de la escala nanométrica. Por ello, se requieren herramientas o equipos de extrema precisión capaces de realizar mediciones de alta resolución y exactitud. Las aplicaciones principales de los sensores nanométricos son medir masas y distancias, detectar partículas contaminantes o biológicas y supervisar los cambios en una superficie. En este trabajo se describirá un método para medir desplazamientos nanométricos (60 nm) empleando dos interferómetros Fabry-Perot (en serie o en paralelo), uno de referencia (FPIr) y el otro de sensado (FPIs), donde se analiza la señal de interferencia modulada, provocada por la reflexión de la luz de los interferómetros que tienen longitudes de camino óptico aproximadamente iguales (efecto Vernier). En la presentación se mostrará el diseño, el modelo matemático, la fabricación y los resultados experimentales.

Óptica - LXV-005780

11:00-13:00 **Estudio experimental de un sensor de nivel líquido basado en un acoplador NXN de fibras ópticas de plástico torcidas** Alejandra Velázquez Lara (*alejandra.velazquez2113@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

Héctor Santiago Hernández (*hector.santiago@academicos.udg.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica;

Frances Cindarella Ramos Guzmán (*frances. ramos1260@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

*Itzamna Esau Fuentes Villanueva (*itzamna.fuentes3188@alumnos.udg.mx*), Centro de Enseñanza Técnica Industrial; *Expositor.

En el presente trabajo se propone un sensor de nivel líquido de bajo costo basado en un acoplador NXN fabricado mediante el método químico y de torsión con fibras ópticas de plástico. Se realiza un estudio comparativo de la razón de acoplamiento con varios acopladores NXN. Se modifico la razón de acoplamiento variando el nivel de profundidad de diversos líquidos, incluyendo agua destilada, alcohol y aceite. Para los diversos líquidos que rodean el acoplador, nosotros encontramos que la transmitancia es menor para el aceite que para el agua y el alcohol, respectivamente. La calibración del equipo se realizo a 633 nm por ser la región del espectro a la que responde adecuadamente la fibra óptica de plástico. Finalmente, nuestro estudio demuestra que las fibras ópticas de plástico son un excelente dispositivo óptico para desarrollar tecnología de sensado, compacta, robusta y de bajo costo. Especialmente, las propiedades de las fibras ópticas de plástico dan la posibilidad de ser usadas en la industria de los alimentos, químicos y biomédicos.

Óptica - LXV-005926

11:00-13:00 Alineación de los ejes de una máquina CNC ZEEKO modelo IRP 100 utilizada para el pulido de superficies ópticas.

Carlos Jesús Román Moreno (*carlos.roman@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología ICAT-UNAM;

*Pedro Cebrian Xochihuila (*pedro.cebrian@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología ICAT-UNAM; *Expositor.

Ya que las máquinas pulidoras de Control Numérico por Computadora CNC trabajan mediante sistema de coordenadas, es importante garantizar que los ejes de la Superficie y la Herramienta estén correctamente alineados, de lo contrario, la superficie fabricada tendrá características distintas a las requeridas. En este trabajo se describe la técnica que es utilizada para alinear los ejes de una máquina pulidora CNC de marca comercial ZEEKO modelo IRP 100. El método consiste en fijar el eje de la Herramienta, y sobre este, rotar el eje de la Superficie con un palpador micrométrico de por medio para determinar el desplazamiento que deberá hacerse al eje de la Superficie para lograr que ambos ejes queden alineados. La precisión alcanzada en la alineación de los ejes es de 12.7 micras y depende principalmente de la resolución del palpador utilizado en el experimento.

Óptica - LXV-005989

11:00-13:00 Filtro de amplitud óptica basado en un interferómetro Sagnac con estricto control de la polarización Jose Miztli Garcia Pozos (*miztli.garcia@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

Samuel Alejandro Castellanos Coronado (*samuel.castellanos@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

*Andrea Zamora Torres (*andrea.zamora3870@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

Hector Santiago Hernandez (*hector.santiago@academicos.udg.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica;

En el presente trabajo se propone un filtro de intensidad basado en un interferómetro de Sagnac elaborado por medio de un acoplador 50/50 y 300m de fibra óptica SMF-28 altamente torcida (7 vueltas/metro). Utilizamos diferentes componentes exteriores para modificar la birrefringencia de la fibra como lo son retardadores de onda (controladores de polarización) y aislador óptico. Las señales filtradas son monitoreadas a la salida del interferómetro por un osciloscopio y un medidor de potencia. Los resultados muestran diferentes valores de transmisión del haz de salida, la señal es atenuada conforme la transmisión del interferómetro aumenta. La respuesta obtenida deja en evidencia la posibilidad de modificar la respuesta de la luz dentro del camino óptico por medios externos a la fibra óptica.

Óptica - LXV-006038

11:00-13:00 Análisis del campo de difracción para una placa zonal elíptica espiral polarizada ortogonalmente y fuera de fase. Abdiel Ramírez Reyes (*abdiel.ramirez@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez;

Elsa Gabriela Ordoñez Casanova (*eordonez@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez;

*Hector Alejandro Trejo Mandujano (*htrejo@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.

Se presenta el análisis del campo de difracción proyectado por una placa zonal elíptica espiral, compuesta por 2 polarizadores ortogonales al cual a uno de ellos se le ha introducido una placa retardadora. El análisis se hace mediante métodos computacionales utilizando la difracción de Fresnel, en donde se utilizan dos campos de amplitud unitaria y con cierta diferencia de fase entre ellos, los cuales son proyectados sobre cada una de las rejillas que forman la placa zonal. Al propagar el campo y obtener la región focal, se le introduce un filtro que solo deja pasar esta región, se propaga una vez más y el campo se multiplica por una fase que simula una lente delgada cilíndrica de distancia focal igual a la distancia entre la placa y la región focal. El campo resultante se vuelve a propagar y es analizado según sus amplitudes ortogonales y diferencias de fase. El objetivo de este trabajo es encontrar si la

coherencia espacial y/o el tipo de polarización en la región focal, o después de esta, se puede manipular según algún parámetro de la rejilla, y así revelar si estos tipos de campos resultan útiles para la comunicación a través del aire o para pinzas ópticas.

Óptica - LXV-006077

11:00-13:00 **Desarrollo de un sistema de detección para caracterización plasmónica.** *Svetlana Mansurova (smansur@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

Nikolai Korneev (korneev@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Carla Neiré Labastida Ortiz (carlaneire.labastida@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

La resonancia de plasmones superficiales (SPR) se ha convertido en los últimos años en una herramienta importante para la detección y el análisis de materiales químicos y biológicos, y para muchas aplicaciones industriales y de investigación, en el campo de los biosensores, biotecnología, medicina, medio ambiente, entre otros. En estas aplicaciones, es importante mejorar la precisión y el tiempo de respuesta de la detección de SPR. Para ello se está trabajando con un detector de cuadrante. Entre sus características se encuentran su alta resolución, precisión y su linealidad en un amplio rango de intensidades de luz. Se demuestra que mediante el uso de este dispositivo se pueden detectar plasmones tanto en películas como en nanopartículas de oro. Este trabajo aporta herramientas que pueden ser usadas para la caracterización de muestras que son importantes para el campo de los biosensores plasmónicos.

Óptica - LXV-006172

11:00-13:00 **Caracterización de un interferómetro de Michelson de fibra óptica para aplicaciones de sensado.** *Ariel Flores Rosas (aros8151@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);*

Daniel López Cortés (daniel.lopezc@unach.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);

Sergio Mendoza Vázquez (smendoza@unach.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);

Víctor Iván Ruiz Pérez (vruiz@unach.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);

**Alondra Jaqueline Sánchez Martínez (alondra.sanchez.mtz@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

Se presenta la caracterización de un sensor de fibra óptica basado en un interferómetro de Michelson (IM). El interferómetro consiste en una pequeña sección de fibra mo-

nomodal (SMF, por sus siglas en inglés) empalmada ligeramente fuera de eje respecto de otra SMF conectada previamente a una fuente de luz. Mediante esta configuración, la luz transmitida por la primera SMF es dividida en dos caminos en la segunda SMF: una fracción permanece en el núcleo mientras el resto viaja por el revestimiento, reflejándose ambas en el extremo libre de la segunda SMF y recombinándose nuevamente en el núcleo de la primera SMF. El IM propuesto es caracterizado variando la longitud de la segunda SMF y midiendo el efecto en la sensibilidad del interferómetro a variaciones en el índice de refracción del medio en contacto directo con la cara libre de la SMF. Se demuestra su aplicación eficiente en mediciones de salinidad del agua, demostrando una respuesta altamente lineal, buena repetitividad, robustez, así como una alta sensibilidad.

Óptica - LXV-006215

11:00-13:00 **Sensor de Interferómetro tipo Mach-Zehnder para medir concentración de Alcohol en el Agua** **Miguel Angel Valenzuela Montoya (ma.valenzuelamontoya@ugto.mx), DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO; *Expositor.*

José Alejandro Montenegro Orenday (ja.montenegroorenday@ugto.mx), DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO;

Juan Manuel Sierra Hernández (jm.sierrahernandez@ugto.mx), DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO;

Roberto Rojas Laguna (rlaguna@ugto.mx), DIVISION DE INGENIERIAS CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO;

José Roberto Reyes Ayona (jr.reyes@ugto.mx), DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO;

Daniel Jáuregui Vásquez (jaureguid@ugto.mx), DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO;

Juan Carlos Hernández García (jchernandez@ugto.mx), DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO;

Julián Moisés Estudillo Ayala (julian@ugto.mx), DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO;

Los sensores basados en interferómetros de fibra óptica se han utilizado en las últimas décadas, debido a la alta sensibilidad, proceso de fabricación simple y la posibilidad de poder trabajar en distintos rangos de longitud de onda. Uno de los dispositivos más utilizados son los sensores basados en el interferómetro Mach-Zehnder (MZI) de fibra. En este trabajo se presenta la metodología para el diseño de Interferómetros modales tipo Mach-Zehnder, para

sensar la concentración de alcohol en distintas bebidas alcohólicas. Los interferómetros implementados fueron de desplazamiento del núcleo (core offset) utilizando combinaciones de fibras ópticas con estructura diferente. Los resultados preliminares demuestran que este tipo de estructuras pueden ser capaces de detectar distintos rangos de contenido de alcohol. Este proyecto ha sido apoyado parcialmente por la Universidad de Guanajuato a través del proyecto 205/2022, Convocatoria Institucional de Investigación Científica (CIIC-2022), y por el CONACyT a través del proyecto CB-A1-S-33363.

Partículas y Campos - LXV-004466

11:00-13:00 **Cálculo de errores sistemáticos en la extracción de señal para la Upsilon (1S)** *Lizardo Valencia Palomo (lizardo.valencia@unison.mx), Universidad de Sonora;*

**Alexis Ureña Saucedo (alursa2000@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

A altas densidades de presión y temperatura, la Cromodinámica Cuántica predice que la materia nuclear ordinaria sufre una transición de fase. Este nuevo estado de la materia es conocido como Plasma de Quarks y Gluones (QGP) y se caracteriza por el desconfinamiento de los quarks y gluones. En el laboratorio se utilizan las colisiones nucleares de alta energía para reproducir el QGP. Una de las evidencias que demuestran la formación del QGP es la llamada supresión de quarkonium, una familia de partículas a las que pertenece la Upsilon (1S).

Pero antes de proceder al estudio de las colisiones nucleares es menester realizar un análisis de la producción de partículas en colisiones protón-protón, ya que en este sistema no se espera la producción del QGP. Una de las componentes centrales del análisis de datos se basa en la extracción de la señal por medio de un ajuste al espectro de masa invariante de dosmuones de signo opuesto. Dicho ajuste se realiza por medio de una función compuesta por tres Crystal Ball para la señal y un polinomio de Chebichev para el ruido de fondo. Pero además, es necesario realizar diversas variaciones a dichas funciones para poder determinar los errores sistemáticos asociados.

En este trabajo se presentará el cálculo de los errores sistemáticos en la extracción de la señal para la Upsilon (1S) en colisiones protón-protón a 5.02 TeV en el experimento CMS del LHC.

Partículas y Campos - LXV-004568

11:00-13:00 **Automatización de rutinas de análisis de datos generados por detectores RPC para la Universidad Iberoamericana.** *Mateo Ramírez García (mateo.ramirez@ibero.mx), Universidad Iberoamericana;*

**Edgar Murrieta Cuevas (edgarmcuevas@gmail.com), Universidad Iberoamericana; *Expositor.*

El presente proyecto busca mostrar el desarrollo de un método de análisis de datos en detectores RPC desarrollado en la universidad iberoamericana, así como exponer estas herramientas de trabajo importantes a la hora de trabajar en física de partículas. El análisis de datos en un RPC lleva varios pasos a seguir, lo cual puede conllevar a una pérdida significativa de datos y tiempo, por ello se busca automatizar y optimizar estas rutinas para hacer un análisis cada vez más exacto del experimento que se este realizando. A su vez, familiarizarse con estas herramientas de trabajo es muy importante a la hora de colaborar con organismos como el CERN debido a que estos conocimientos son una de las bases para poder dar seguimiento a estos tipos de proyectos.

Lo que se vera en este póster será el como se diseñan estos experimentos desde la teoría de un RPC hasta como tomar sus datos e interpretarlos, sin importar que tanta experiencia en programación tenga la audiencia o incluso de la física dentro de ésta.

Partículas y Campos - LXV-004631

11:00-13:00 **Construcción de un vértice fermión-fotón no perturbativo en QED** **María Guadalupe Morales Trejo (mgmoralestrejo@gmail.com), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Adolfo Huet Soto (adolfo.huet@gmail.com), Universidad Autónoma de Querétaro;

Adnan Bashir (adnan.bashir@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

En este trabajo de tesis se presenta la construcción de un Ansatz para el vértice fermión-fotón no perturbativo en d-dimensiones en el espacio Euclidiano. Este Ansatz debe cumplir los fundamentos básicos de la teoría y ser invariante de norma. Para poder realizar este trabajo se necesita hacer uso de las ecuaciones de Schwinger-Dyson que son las ecuaciones de movimiento de una teoría cuántica de campos. Gracias al trabajo de Ball-Chiu se sabe que el vértice fermión-fotón puede ser dividido en su parte longitudinal y transversal. Ball y Chiu presentan un vértice longitudinal libre de singularidades cinemáticas y con sus factores de forma bien definidos mediante las Identidades de Ward Takahashi, sin embargo, dejan la parte transversa completamente indeterminada. En este trabajo se aplican las Identidades Transversas de Takahashi, las cuales incorporan las llamadas funciones $Y_i(k, p)$, para lograr construir la parte transversa del vértice en d dimensiones, ya que estudios recientes han mostrado que estas identidades proporcionan información relevante sobre sus factores de forma. Finalmente, se estudia la ecuación del gap en el límite no masivo con la aproximación qQED para

obtener información de las funciones $Y_i(k, p)$ y garantizar la renormalizabilidad multiplicativa.

Partículas y Campos - LXV-004763

11:00-13:00 Simulación de un RPC en Ambientes de Alta Radiación Usando Geant4 *Alfredo Martín Castañeda Hernández (amch031182@gmail.com), Universidad de Sonora;*

Cecilia Uribe Estrada (ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Luis Roberto Cervantes Guevara (luisrceg@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los RPCs (Resistive Plate Chambers) son detectores de ionización gaseosos que debido a su bajo costo, alta eficiencia y excelente resolución temporal, son extensamente usados en experimentos de física de partículas.

Con el aumento de la luminosidad en experimentos futuros, incluyendo el HL-LHC (High Luminosity-Large Hadron Collider), es necesario realizar estudios para entender los efectos del incremento de la radiación sobre los detectores. En este trabajo se presentan estudios de simulación de un RPC, usando el paquete GEANT4 (GEometry ANd Tracking), para estudiar los efectos en su desempeño debido a la radiación de fondo de neutrones, fotones, electrones y positrones. Estos estudios son importantes también para ayudar al diseño de detectores más robustos y a entender la radiación de fondo.

Partículas y Campos - LXV-004858

11:00-13:00 Mediciones de WZH a partir del Open-Data CMS 2019 *Félix Francisco González Canales (felix.gonzalezcc@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Olga Guadalupe Félix Beltrán (olga.felix@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

José Enrique Barradas Guevara (jose.barradas@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Luz Stephanie Hernández Galván (fannyhernandez847@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo presentamos el estudio y análisis de los datos abiertos del experimento de LHC, detector CMS, recolectados en 2019. Los eventos sujetos de análisis tienen como objetivos: determinar las masas de los bosones W , Z , Higgs, entre otras partículas; distinguir los bosones de norma candidatos W^+ de los W^- , distinguir los decaimientos a electrones de los decaimientos a muones, determinar las fracciones claves (e^+/e^- , W^+ , W^-), así como hacer los gráficos de masa para los eventos con dos y cuatro leptones. En particular, estamos interesados en

el análisis de los posibles decaimientos del bosón de Higgs a un par de leptones. Estos resultados se compararán con los resultados en el Modelo Estándar de la Física de Partículas reportados en la literatura.

Partículas y Campos - LXV-004866

11:00-13:00 Implicaciones de una textura de dos ceros en las matrices de masa **Aurora Pontón Gallardo Rodríguez (po295884@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

Roberto Noriega Papaqui (rnoriega@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Pedro Miranda Romagnoli (pmiranda@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Considerando un modelo de texturas de dos ceros para las matrices de masa de los quarks, se implementa un algoritmo genético para la búsqueda numérica de valores de los parámetros libres del modelo de texturas, los cuales se acotan usando un criterio de χ^2 y los valores experimentales de la matriz V_{CKM} . Se encuentran correlaciones entre los elementos de las matrices de masa mostrándose gráficamente los resultados.

Partículas y Campos - LXV-005435

11:00-13:00 Redes Neuronales Convolucionales Cuánticas para Tareas de Clasificación en Física de Altas Energías *María Isabel Pedraza Morales (isabel.pedraza@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Luis Roberto Cervantes Guevara (luisrceg@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Este trabajo presenta el uso de Quantum Machine Learning (QML) aplicado en el ámbito de la Física de Altas Energías. En particular, se trabaja con simulaciones de jets generados en colisiones de protón-protón utilizando los software Pythia y Delphes. Se organiza el conjunto de datos point-cloud con el ángulo azimutal, la pseudo-rapidity y la energía de cada una de las partículas del jet. Posteriormente se crean imágenes con las cuales se entrena un algoritmo de aprendizaje supervisado en Pytorch (red neuronal convolucional clásica), con el fin de identificar los jets que corresponden a un top quark o a gluones. Finalmente se introduce un capa de redes neuronales convolucionales cuánticas con ayuda del paquete Qiskit de IBM, con el objetivo de tener un algoritmo híbrido y se compara con su equivalente clásico.

Partículas y Campos - LXV-005553

11:00-13:00 Momento magnético anómalo del leptón τ *Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (ferguyphy@*

yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Alejandro Gutiérrez Rodríguez (*alexgu@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Luis Alfonso García Camacho (*luisalfonso.garcia@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Eligio Cruz Albaro (*elicruzalbaro88@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Jorge Isidro Aranda Sánchez (*jorge.isidro.aranda@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

El modelo estándar (ME) de la física de partículas elementales se ha sometido en los últimos años a numerosas pruebas experimentales de precisión, así como a búsquedas de su posible violación, esto ha servido como una herramienta para verificar la teoría a nivel cuántico.

Un ejemplo bastante conocido son las predicciones teóricas del ME a los momentos magnéticos anómalos del muón y el electrón, que pueden compararse con las mediciones experimentales. Una clara discrepancia apuntaría a contribuciones adicionales de origen en la nueva física. Con respecto al leptón tau (τ), éste ha recibido menos atención que sus compañeros, el muón y el electrón. Sin embargo, en los experimentos realizados para conocer sus propiedades, se han observado algunas anomalías respecto de las predicciones del ME, ofreciendo así la posibilidad de buscar desviaciones del ME. Por lo tanto, merece la pena estudiar modelos que van más allá del ME ya que podrían generar grandes contribuciones de nueva física que se acerquen a los límites experimentales. Exploraremos esta posibilidad en el contexto del modelo Bestest Little Higgs, dicha teoría ofrece una solución al problema de la jerarquía de masa y predice compañeros pesados de los bosones de norma, escalares y quarks del ME. En particular, nos proponemos estudiar el momento magnético anómalo del leptón τ .

Partículas y Campos - LXV-005703

11:00-13:00 Estudio de la Compacticidad de las Estrellas de Bosones con potenciales diferentes. Susana Valdez Alvarado (*svaldeza@uaemex.mx*), Universidad autónoma del Estado de México;

*Karina Medrano García (*med.kari08@gmail.com*), Instituto de física y matemáticas, universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

El propósito de este trabajo es realizar una comparación de la compacticidad de las estrellas de bosones en $t = 0$ (configuraciones de equilibrio). Para ello se resuelve el sistema de ecuaciones de EKG, asociándolo con dos potenciales diferentes, por medio de métodos numéricos (Runge-Kutta y Shooting). Al resolver este sistema de ecuaciones, con valores diferentes para los términos de auto-interacción (presentes en los potenciales a usar), se obtienen datos importantes como la masa, el número de partículas y radio de las estrellas de bosones que son ne-

cesarias para obtener un valor de la compacticidad y observar con cual de los dos potenciales establecidos, las estrellas son más compactas. Además, analizaremos cómo es el comportamiento de la compacticidad en función del parámetro de autointeracción.

Partículas y Campos - LXV-005836

11:00-13:00 Environmental variables effect on the operations of the Resistive Plate Chambers María Isabel Pedraza Morales (*isabel.pedraza@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Luis Rey Vargaz Guadarrama (*luisrey7.lrv@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Georgina Wong Ovando (*georgina.wong0108@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Resistive Plate Chambers (RPCs) are gas detectors triggered by charged particles. The optimal operating voltage for Resistive Plate Chambers is sensitive to environmental conditions such as temperature, humidity, and pressure. Based on current studies done for single-gap glass and bakelite RPCs, we describe a method to estimate the effect of environmental variables on large-scale bakelite double RPCs.

Rayos Cósmicos - LXV-004797

11:00-13:00 Estudio de la componente muónica en la distribución lateral de cascadas atmosféricas. Hermes León Vargas (*hleonvar@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Cindy Mariella Castellón Salguero (*c.castellonsalg@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las simulaciones de cascadas atmosféricas son de gran importancia para inferir las propiedades de los rayos cósmicos que las producen. Para interpretar las mediciones de observatorios de detectores superficiales de agua Cherenkov es conveniente estudiar la distribución lateral de las partículas secundarias que llegan al suelo. En este estudio se utilizó el programa AIRES con tres modelos de interacciones hadrónicas de altas energías para simular cascadas atmosféricas iniciadas por protones y núcleos de hierro con energías entre 1 y 100 TeV, con el objetivo de estudiar la distribución lateral de la componente muónica en la ubicación del observatorio HAWC. Se ajustó la distribución lateral a una función de tipo NKG modificada para observar el comportamiento de los parámetros libres en función de la energía primaria, la partícula primaria y el ángulo de incidencia, relacionándolos con el número de muones y la edad de la cascada. Es notable que los parámetros de la distribución no son observables que permitan discriminar entre modelos de interacciones hadrónicas; se compara-

ron los modelos Sibyll 2.3d, EPOS-LHC y QGSJETII-04 encontrando diferencias de aproximadamente 12% en promedio, siendo QGSJET el que más discrepa de los otros con diferencias máximas de 60%. Contrario a las predicciones de modelos analíticos, se observa que en las distancias de interés ($R < 300$ m) las cascadas de protones presentan mayor número de muones que las de hierro hasta aproximadamente 30 TeV, mientras que al incrementar la energía la situación se invierte. Por otro lado, el parámetro relacionado con la edad de la cascada sí se comporta de acuerdo a lo esperado: las cascadas de protones teniendo menor edad que las de hierro. Por último se calculó una aproximación del número de muones que podrían detectarse en HAWC, estimando que a bajas energías no llegarían suficientes muones para distinguir cuál modelo de interacciones hadrónicas describe mejor los datos.

Rayos Cósmicos - LXV-005271

11:00-13:00 **Análisis de datos simulados usando uproot + pandas y más ...** Humberto Salazar Ibarguen (humberto.salazar@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Enrique Varela Carlos (enrique.varela@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Pablo Pomares Valdes (pablo.pomaresv@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Zulena Robles Morán (zulenitacrm@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Alan Daniel Troncoso López (alan.troncosol@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Presentamos un primer acercamiento a ciencia de datos haciendo el análisis de simulaciones MonteCarlo, realizadas con el paquete CONEX, usamos UPROOT para leer los archivos generados de las simulaciones que son de tipo root y para el análisis usamos herramientas más flexibles como pandas entre otras que últimamente se han vuelto muy populares en áreas de ciencia de datos y que en física de altas energías es importante conocer y usar para realizar predicciones por ejemplo, mostramos diferentes análisis de estos datos usando toda la amplia variedad de herramientas, librerías etc, con las que cuenta python.

Sistemas no Lineales - LXV-004511

11:00-13:00 **Sincronización maestro-esclavo en los osciladores Rayleigh-Duffing y Duffing mediante acoplamiento elástico, disipativo y combinación de ambos** Martha Angelica Lemus Solorio (1414433d@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Salma Cristina Luna Ramos (1209547h@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Eduardo Salvador Tututi Hernández (eduardo.tututi@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Ulises Uriostegui Legorreta (uli_mat@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

En este trabajo se presenta un esquema maestro-esclavo modificado para lograr la sincronización, basado en una combinación de acoplamientos elástico y disipativo. Nos enfocamos en soluciones de acuerdo al esquema presentado, ilustrando el método que usamos, empleando los osciladores de Rayleigh-Duffing y Duffing, analizando y estudiando tres tipos de acoplamientos. Encontramos sincronización en los osciladores para valores grandes del acoplamiento. Sin embargo, existe sincronización parcial para un acoplamiento elástico, mientras que para el acoplamiento disipativo encontramos sincronización de desplazamiento vertical. Para la combinación general obtuvimos una sincronización completa.

Sistemas no Lineales - LXV-004865

11:00-13:00 **Umbral de recurrencias para los intervalos RR cardiacos bajo esfuerzo físico.** Araceli Torres Pérez (torrespa@ciencias.unam.mx), Departamento de Física Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México;

*Jorge Humberto Arce Rincón (harce@ciencias.unam.mx), Departamento de Física Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las recurrencias son un método no lineal que permite buscar la existencia de repeticiones en un sistema dinámico [Marwan et al, Phys. Rep. (2007)]. Este método fue utilizado con éxito para encontrar el umbral respiratorio para personas bajo entrenamiento físico, a partir de estudiar la serie de tiempo de sus intervalos RR [Zimatore et al, PLOS ONE (2021)]. En el trabajo que aquí exponemos, se propuso a 30 adultos jóvenes de entre 18 a 22 años, realizar esfuerzo físico creciente en semanas sucesivas, pero sin llegar al umbral respiratorio. Se observa que a medida que es mayor el esfuerzo físico ocurren tres fenómenos: 1) Se reduce el tamaño promedio de los intervalos RR; 2) Se reduce el tamaño de las fluctuaciones de estos intervalos RR; y 3) a medida que el promedio local de los RR es menor, este se reduce más lentamente. Para tipificar cuantitativamente la segunda observación se buscaron los tamaños de los umbrales para la ocurrencia de segmentos horizontales de recurrencias largos, midiendo simultáneamente el promedio de los RR, para los últimos cinco minutos del periodo de ejercicio. Se encuentra que a menor promedio de RR menor tamaño de los umbrales, lo cual significa que las fluctuaciones son más pequeñas a medida que los promedios son más pequeños. De manera un tanto inesperada encontramos que sin importar la condición física de los participantes, una vez definida la región donde ocurre su promedio de RR, queda definida la vecindad donde se encontrarán los valores de las fluctuaciones de sus in-

tervalos RR, y esta región es la misma sin importar si la persona es sedentaria, activa físicamente o deportista, solo depende del valor promedio de los intervalos RR.

Sistemas no Lineales - LXV-005283

11:00-13:00 **Caracterización de fractales asociados a la dinámica del péndulo doble** Ricardo Martín Hernández Flores (*saurio99@ciencias.unam*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Amahury Jafet López Díaz (*amahury07@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Jesús Aaron Flores Prudente (*jaf.prudente@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Alberto Del Ángel Medina (*bdelangel@ciencias.unam.mx*), IIMAS, Universidad Nacional Autónoma de México;

Martha Abril Aquino Chapa (*marthaaguino@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

La dinámica caótica de sistemas físicos se manifiesta a través de patrones fractales en una o más variables dinámicas o parámetros del sistema. A partir de simulaciones investigamos el comportamiento del tiempo de giro del péndulo doble con respecto a sus condiciones iniciales, el cual exhibe la estructura de un conjunto fractal. Estudiamos la variación en los fractales en función de los parámetros de los péndulos, encontrando regiones similares al conjunto de Mandelbrot, las cuales asociamos a condiciones iniciales no triviales para las cuales es imposible que alguno de los péndulos gire. Finalmente, estimamos la métrica de estos conjuntos, así como la dimensión fractal utilizando la dimensión de Minkowski-Bouligand. Los autores agradecen por el apoyo prestado a Los Laboratorios de Física Moderna, Departamento de Física de la Facultad de Ciencias.

Sistemas no Lineales - LXV-005516

11:00-13:00 **Exploración del parámetro β en el oscilador de Bonhoeffer-van der Pol para modelar ciclos límite en arritmias cardíacas** José Eduardo Chairez Veloz (*jechairez@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Ricardo Esquivel Cervantes (*ricardocervantes24@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Valentina Bastida Montiel (*zotaquitabm@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Alan Enrique Valentin Robles (*alan.evr66@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Dalia Yvette Domínguez Jiménez (*1208dalia@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en todo el mundo. En cardiología el control de los latidos cardíacos es un factor clave. Los latidos, así como otros procesos fisiológicos humanos, exhiben características no lineales. La creación de modelos matemáticos forman parte de los esfuerzos encaminados para comprender y predecir el comportamiento electrofisiológico del corazón. Por lo que este trabajo propone un análisis cualitativo de la dinámica no lineal del modelo de Bonhoeffer-van der Pol (BVP), así como su exploración a través del parámetro β para identificar ciclos límite que nos permitan caracterizar periodos patológicos de señales electrocardiográficas (ECG) de pacientes con arritmias cardíacas. Utilizando como herramienta de análisis los diagramas de bifurcación y los diagramas de fase, se diseña y se simula computacionalmente un sistema de control adaptable que muestra la relación del periodo T de oscilación en función del parámetro β del modelo utilizado: $T(\beta) = 0.56\beta^{-0.17}$. De esta forma, al ajustar los parámetros del sistema con $\alpha = 1$, $\mu = 3$, $\epsilon = -1.4$ y variando $0 \leq \beta \leq 0.77$ se logró caracterizar señales ECG de sujetos con diferentes frecuencias cardíacas, lo que proporcionaría información significativa para la indentificación y diagnóstico oportuno de patologías cardíacas como arritmias y enfermedades coronarias.

Otro - LXV-004479

11:00-13:00 **Estudio y análisis de discontinuidades usando trayectorias caóticas** Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*jarandas@umich.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;

*Arturo Baltazar Herrejón (*jarandas@umich.mx*), Ohio State University; *Expositor.

Jorge Isidro Aranda Sánchez (*jarandas@umich.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;

En las pruebas ultrasónicas no destructivas, es común el uso de trayectorias sistemáticas para la detección de discontinuidades en estructuras. En casos donde la localización del defecto y el área de búsqueda son desconocidas, una búsqueda sistemática puede ser en tiempo, energía y computacionalmente ineficiente. Aquí, se propone la implementación de trayectorias caóticas como una alternativa de trayectorias sistemáticas. Se desarrolló una técnica basada en el reflejo de las trayectorias vectoriales y la implementación de modelos probabilísticos. Los resultados mostraron que 1) para una búsqueda caótica la tasa de área cubierta es menos afectada por la superposición del área iluminada en comparación de la búsqueda sistemática.

11:00-13:00 **Proton total angular momentum and wave function: Breakdown of degeneracy caused the magnetic field of a Magnetic Resonance Imaging device** Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Cristian Heber Zepeda Fernández (*hzepeda@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
*Carlos Alfredo López Téllez (*carlos.lopezt@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
*Expositor.

Dentro de la medicina la resonancia magnética es uno de los procedimientos más importantes actualmente, este permite obtener imágenes tridimensionales del cuerpo humano mediante técnicas no invasivas, a través de la lectura de ondas de radiofrecuencia. Estas ondas se generan en las moléculas de agua del cuerpo humano cuando un campo magnético externo, generado por el dispositivo, interactúa con ellas.

El trabajo a presentar consiste en el estudio de la molécula de agua cuando se encuentra inmersa en un campo magnético externo, fenómeno que permite obtener imágenes en un procedimiento de resonancia magnética y que por tanto se clasifica en el área de Física Médica.

Para este trabajo se aborda la teoría perturbativa, es decir, el empleo de la mecánica cuántica cuando se consideran interacciones de espín, momento angular orbital, relatividad especial y electromagnetismo.

El sistema a tratar por medio de esta metodología es una molécula de agua inmersa en un campo magnético externo uniforme. Los resultados obtenidos son:

- Las funciones de onda de los estados excitados y el estado base, que describen el comportamiento cuántico del sistema.
- La fórmula de la energía del sistema en función de cantidades medibles (momento angular orbital, momento dipolar magnético de espín, momento dipolar magnético orbital).
- El rompimiento de la degeneración de la energía.

El aporte a la comunidad científica es el rompimiento de la degeneración de la energía de la molécula de agua en un procedimiento de resonancia magnética. Mismo que podría servir como base para desarrollar un procedimiento que aproveche el carácter discreto de la energía cuántica haciendo que las imágenes obtenidas por resonancia magnética sean de mejor calidad.

11:00-13:00 **Activación del plano basal de monocapas de MoS_2 para producción de hidrógeno: un estudio DFT-QTAIM** Juan Ignacio Rodríguez Hernan-

dez (*jironrodriguez@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional;

*Hector Daniel Morales Rodríguez (*hdan.acdc@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Fray De Landa Castillo Alvarado (*fray.castillo@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;

Con la creciente contaminación provocada por los combustibles fósiles, se han realizado enormes esfuerzos para encontrar alternativas energéticas. El hidrógeno (H_2), como vector energético, ha sido considerado como un excelente portador de energía. El hidrógeno (H_2), se puede obtener mediante la división del agua sin emisiones de CO_2 . Se realizaron cálculos de la teoría funcional de la densidad para predecir estructuras optimizadas de sistemas basados en MoS_2 . Las monocapas basadas en MoS_2 se construyeron como superceldas periódicas de $4 \times 4 \times 1$ en el espacio. Nuestro estudio se centró en el sistema puro y sistemas dopados con Co y Mn. Es bien sabido que la mayor parte de la actividad catalítica para la reacción de evolución de hidrógeno (HER) de la monocapa de MoS_2 pertenece a los bordes del material, mientras que el plano basal permanece inactivo durante la HER. Se calcularon las energías libres de adsorción (ΔG) para cada plano basal relacionado con sistemas estudiados. Los cálculos de estructura de banda muestran que los sistemas dopados con Mn y Co mejoran sus propiedades de conductividad mediante la reducción de la energía de banda prohibida. Se realizaron cálculos para predecir teóricamente la densidad de corriente de intercambio para cada sistema. Se utilizaron cálculos de la teoría cuántica de átomos en moléculas (QTAIM) para explicar cómo los átomos dopados cambian la distribución de carga en la monocapa, se realizaron cálculos de Bader para explicar cómo los sistemas dopados mejoran sus propiedades catalíticas en los planos basales de las monocapas mediante la creación de sitios activos.

11:00-13:00 **TARJETA PARA PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA BÁSICA A DISTANCIA CON AMPLIFICADORES OPERACIONALES** Jaime

De Urquijo Carmona (*jdu@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Guillermo Gerardo Bustos Maya (*gbustos@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Armando Bustos Gómez (*bustos@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se encuentra en proceso el desarrollo de una tarjeta para hacer prácticas de electrónica con amplificadores operacionales. Esto se hace como parte de un sistema local y remoto en tiempo real que se implementará para la realización de algunas prácticas de electrónica básica. La tarjeta consiste principalmente en utilizar un solo amplificador operacional e ir cambiando la configuración de sus entradas y salidas de acuerdo con el circuito que se desea estudiar.

Se utilizan relevadores electromecánicos para efectuar la acción de un interruptor entre las terminales del amplificador operacional con los componentes pasivos y con las señales de entrada. También se usan relevadores para conectar los instrumentos de medición, tanto de entrada como de salida, al circuito bajo prueba. Ya se ha simulado el funcionamiento de dicha tarjeta con el software Multisim de National Instruments, operando correctamente para 11 prácticas con sólo un amplificador operacional. En esta primera versión, la tarjeta comprende el seguidor de voltaje, los amplificadores inversor y no inversor, el convertidor corriente voltaje, el amplificador diferencial, el sumador inversor, el integrador, los detectores de cruce por cero y de nivel, el comparador Schmitt y el oscilador de relajación. La idea es controlar desde una PC, con una interfaz de usuario, la configuración de la tarjeta con el circuito a estudiar, así como los instrumentos de medición y las señales de entrada al circuito. La primera etapa de este trabajo será el control desde una PC local; posteriormente se hará desde una PC remota. Proyecto apoyado por UNAM-PAPIME PE105122.

Otro - LXV-005325

11:00-13:00 Simulaciones moleculares de un fluido tipo pozo triangular con interacciones continuas. *Abraham De Jesús Ríos Roldan (*arsenal.slim@hotmail.es*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.

José Antonio Moreno Razo (*jamr.uam@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;

Conocer expresiones matemáticas de las ecuaciones de estado son de gran utilidad tanto en el área académica como en el área industrial ya que a partir de un modelo analítico se pueden representar los datos experimentales obtenidos y así proporcionar información que ayude a comprender el comportamiento de los fluidos. En éste trabajo de investigación, usamos una aproximación para la familia de potenciales tipo pozo triangular con un modelo molecular continuo variando la parte atractiva y también la parte repulsiva.

La parte atractiva toma en consideración la separación entre los núcleos de las partículas, mientras que la segunda se hace presente a distancias cortas (repulsión entre las moléculas). Realizamos simulaciones computacionales de dinámica molecular en 2D en los ensambles NVT y NPT para caracterizar los diagramas de fases de las familia de pozos triangulares continuos.

Mostramos los resultados obtenidos de los diagramas de fase, puntos críticos, tensión interfacial y la estructura del sólido formado para las distintas variantes del potencial. También se analiza y discute el efecto de la atracción y repulsión en la forma del diagrama de fases, con el fin de contribuir al conocimiento de la naturaleza de los fluidos a partir de sus propiedades microscópicas y relacionarlas con sus propiedades macroscópicas.

Otro - LXV-005830

11:00-13:00 Estudio del efecto sobre la ingesta y contacto con los plaguicidas (organofosforados (OF's)) y su relación con alteraciones hormonales.

Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (*azdrubal_guerrero@uaeh.edu.mx*), Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Javier Gustavo Cabal Velarde (*javier.cabal.velarde@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Gerardo Ortega Zarzosa (*gortega@ciencias.uaslp.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Stephanie Esmeralda Velázquez Pérez (*stephanie.velazquez@uaslp.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Evangelina Galván García (*evangelina@ciencias.uaslp.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Andrea Guadalupe Rodríguez López (*andrea.rodriguez@uaslp.mx*), Departamento Físico - Matemáticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Los organofosforados (OF's) son sustancias conformadas por ésteres del ácido fosfórico, liposolubles y volátiles lo que permite su fácil absorción. El organofosforado malatión está catalogado como un plaguicida ligeramente peligroso en ingestión oral de sólidos, moderadamente peligroso en ingestión oral de líquido, mientras que en contacto dérmico con sólidos y líquidos es ligeramente peligroso con un valor de dosis letal media. Estudios en mujeres en china, mostraron una asociación entre la exposición ocupacional a organofosforados y alteraciones en el ciclo menstrual. Los resultados mostraron una menor duración en el sangrado durante la menstruación, ciclos menstruales más largos y con mayores probabilidades de perder periodos y una alteración de la fecundidad femenina. Otros estudios han mostrado que el contacto con estos provoca alteraciones en las concentraciones de las hormonas, daño en los ovocitos, los espermatozoides y alteraciones en los tejidos del ovario y los testículos.

En este trabajo se realizará el análisis teórico - experimental de los efectos secundarios al ser expuesto con algún plaguicida y su relación con alguna alteración hormonal. También, es deseable mostrar un estudio que permita entender el mecanismo de acción de estos compuestos a nivel gonadal.

Otro - LXV-006088

11:00-13:00 A reconstruction algorithm for photoacoustic imaging José Luis López Picón (*jl_lopez@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Rigoberto Castro Beltrán (*cbrigoberto@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Heather Dantzer (dantzerh@missouri.edu), University of Missouri;

David Kline (klinedd@missouri.edu), University of Missouri;

Luis Polo Parada (poloparadal@missouri.edu), University of Missouri;

Gerardo Gutiérrez Juárez (ggutj@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

**Guadalupe Misael Ruiz Veloz (ruizvg2012@licifug.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

The photoacoustic imaging is proposed as a non-invasive biomedical detection technique that combines the high contrast of the optical excitation with the high spatial resolution of the ultrasonic detection. The physical foundations as well as the reconstruction algorithms are topics of interest in the photoacoustic community because the imaging technique can be improved through these areas. This work aims to present the results obtained with a proposed measurement technique and a reconstruction algorithm for photoacoustic imaging.

The proposed measurement technique consists of a home-made photoacoustic tomograph in which both the light

source and the detector are fixed, while the sample is rotating around a fixed axis. The photoacoustic wave is detected by the acoustic sensor in the plane defined by the sample cross section and the height at which the laser light strikes. The acquired electrical signals for the different positions of rotation are the entry data for the proposed reconstruction algorithm, which consists of a segmentation of the reconstruction sections in the computational grid using the synthetic aperture focusing technique.

The images obtained from ex-vivo Sprague-Dawley rat heart and kidney, will be shown, as well as a quantitative analysis of the image quality parameters. Demonstrating that the proposed detection and reconstruction method is suitable for tomographic detections systems providing high-quality photoacoustic images.

The measurement and reconstruction technique avoids the need of multiple characterized sensors and the multiplexing in acquisition, resulting in a low-cost experimental system to obtain photoacoustic images and to study its capabilities.

Astrofísica - LXV-004429

11:00-13:00 **GRB 191016A: The onset of the forward shock and evidence of late energy injection**
William Lee (wlee@astro.unam.mx), Instituto de Astrofísica de la UNAM;

Elizabeth Fraire (elizabeth.fraireb@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Fabio De Colle (fabio@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM;

Rosa Leticia Becerra (rosa.becerra@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM;

Alan Watson (alan@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía de la UNAM;

Nissim Illich Fraija (nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía de la UNAM;

**Margarita Pereyra (mpereyra@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía de la UNAM; *Expositor.*

We present optical and near-infrared photometric observations of GRB 191016 with the COATLI, DDOTI and RATIR ground based telescopes over the first three nights. We present the temporal evolution of the optical afterglow and describe 5 different stages that were not completely characterized in previous works, mainly due to scarcity of data points to accurately fit the different components of the optical emission. After the end of the prompt gamma-ray emission, we observed the afterglow rise slowly in the optical and near-infrared (NIR) wavelengths and peak at around $T + 1450$ s in all filters. This was followed by an early decay, a clear plateau from $T + 5000$ s to $T + 11000$ s, and then a regular late decay. We also present evidence of the jet break at later times, with a temporal index in good agreement with the temporal slope obtained from X-ray observations. Although many of the features observed in the optical light curves of GRBs are usually well explained by a reverse shock (RS) or forward shock (FS), the shallowness of the optical rise and enhanced peak emission in the GRB191016A afterglow is not well-fitted by only a FS or a RS. We propose a theoretical model which considers both of these components and combines an evolving FS with a later embedded RS and a subsequent late energy injection from the central engine activity. We use this model to successfully explain the temporal evolution of the light curves and discuss its implications on the fireball properties.

Astrofísica - LXV-004572

11:00-13:00 **Vientos de cúmulos estelares con distribución de masa tipo Schuster: Solución radiativa no estacionaria**
Nazario Bautista Elivar (nazario.baen@gmail.com), Tecnológico Nacional de México, Campus Pachuca;

César Álvarez Ochoa (crabpulsar@hotmail.com), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas;

**Alejandro Edmundo Aguilar Torrez (edmundoaaguilar.96@gmail.com), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

Filiberto Hueyotl Zahuantitla (filihz@gmail.com), Cátedras del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas;

Mediante simulaciones numéricas en tres dimensiones, se presenta la solución hidrodinámica no estacionaria del viento de cúmulos estelares con perfil de densidad estelar tipo Schuster. Se describen las propiedades del viento y su posible efecto en el medio circundante. También se analiza el impacto del calentamiento, debido a rayos cósmicos, en los filamentos y núcleos fríos (<100 K) producidos por el enfriamiento catastrófico.

Astrofísica - LXV-004589

11:00-13:00 **Modulaciones de largo periodo en la curva de luz de variables cataclísmicas provocadas por un tercer cuerpo**
Eduardo Gerardo Pérez Tijerina (eduardo.perezgtj@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León;

Carlos Esteban Chávez Pech (carlosepch@yahoo.com), Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León;

**Andrés Alberto Avilés Alvarado (andres.avileslv@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Algunas variables cataclísmicas (VCs) exhiben un período fotométrico muy largo (VLPP), esto comparado con su período orbital. En este trabajo estimamos las características de un tercer cuerpo hipotético, orbitando al sistema binario inicialmente en una órbita plana-circular, al reproducir numéricamente el VLPP observado en cuatro CVs: LU Camelopardalis (LU Cam), QZ Serpentis (QZ Ser), V1007 Herculis (V1007 Ella) y BK Lyncis (BK Lyn). Los parámetros principales de las binarias, necesarios para este trabajo (masa, radio, temperatura, etc.), se estimaron en base a su período orbital. También calculamos el semi eje mayor más pequeño permitido antes de que la órbita

del tercer cuerpo se vuelva inestable. Finalmente, estimamos el efecto de las perturbaciones seculares de este tercer cuerpo hipotético en la tasa de transferencia de masa de dichas CVs. La amplitud de la variabilidad fotométrica observada y la calculada es comparable. La masa del tercer cuerpo que satisface todas las restricciones oscila entre 0.63 y 97 masas de Júpiter.

Astrofísica - LXV-004618

11:00-13:00 **Análisis de distancias a nebulosas planetarias** *Miriam Del Carmen Peña Cárdenas (miriam@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Mónica Rodríguez Guillén (mrodri@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Diego Brayan Hernández Juárez (dbhernandez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Un problema importante en la astronomía es la estimación de distancias a nebulosas planetarias (NPs). Requerimos de distancias fiables, ya que de estas depende mucha de la información que obtenemos de las NPs. Existen diversos métodos para estimar distancias, unos que utilizan algún parámetro medible de la NP para calcularlas usando métodos estadísticos y otros que miden directamente la distancia. Los paralajes obtenidos con GAIA pertenecen al segundo grupo. Hasta ahora se conocen los paralajes para un centenar de NPs. En principio, las distancias obtenidas con estos paralajes son más precisas que las calculadas a partir de parámetros nebulares. Sin embargo, pueden surgir problemas en muchos objetos por una mala identificación de la estrella central o por las grandes incertidumbres asociadas a errores grandes en el paralaje. El objetivo de este trabajo es obtener la mejor estimación posible de distancia para una muestra de NPs, ya sea obtenida con el paralaje o a partir de un método estadístico, y calcular una incertidumbre confiable para cada una de estas distancias. Presentamos los resultados para una muestra de más de 2400 NPs.

Astrofísica - LXV-004755

11:00-13:00 **SIMULACIONES RÁPIDAS PARA SFDM Y FORMACIÓN DE ESTRUCTURAS**

Luis Arturo Ureña López (lurena@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Alma Xóchitl González Moreales (gonzalez.alma@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

**Stefany Guadalupe Medellín González (sg.medellingonzalez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

En este trabajo, exploramos la formación de la estructura del Universo utilizando un modo de materia oscura de campo escalar (SFDM). El modelo SFDM propone que la

materia oscura es una partícula de bosón muy ligera con una masa de alrededor de $10^{-22}eV$, que se acopla a otras partículas solo gravitacionalmente. Este modelo tiene un corte natural en su espectro de potencia de masa lineal que se traduce en la supresión de la estructura a pequeña escala; esta característica puede abrir la posibilidad de distinguirlo de LCDM. Implementamos el modelo en un código híbrido que usa la teoría 2LPT para escalas grandes y un cuerpo N para escalas pequeñas. Para el análisis, usamos el espectro de potencia de masa como observable para hacer una comparación entre los modelos LCDM y SFDM, así como un análisis de la función de masa de halos.

Astrofísica - LXV-004841

11:00-13:00 **Estudio fotométrico del comportamiento temporal de sistemas variables** **Altai López Ramos (altai91540@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Eduardo Gerardo Pérez Tijerina (eduardo.perez@tj@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Andrés Alberto Avilés Alvarado (andres.aviles@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Alrededor de un tercio de las estrellas observables pertenecen a sistemas múltiples, de los cuales los sistemas estelares binarios son los más comunes. Los sistemas binarios cambian de brillo, ya sea periódicamente, irregularmente, o explosivamente. Existen tres grupos principales de estrellas variables: pulsantes, cataclísmicas y eclipsantes. Las variables pulsantes son aquellas en donde las variaciones de brillo son planas y continuas y se deben mayormente a pulsaciones de la estrella. La estrella se comprime y su tamaño disminuye, entonces se calienta y se vuelve más brillante, al expandirse, su brillo disminuye. Se entiende por variable cataclísmica (novas, novas recurrentes, novas enanas y novoides) a los sistemas binarios cercanos en donde una componente es un objeto compacto (enana blanca), que acreta material de otra estrella de secuencia principal. Por último, las variables eclipsantes son sistemas binarios en los que las componentes pasan periódicamente una frente a la otra. En estas variables, las variaciones de luz no corresponden a ningún cambio físico en las estrellas, a comparación de los dos sistemas anteriores. La variación de brillo en función del tiempo se llama curva de luz de una estrella, se obtiene por medio de fotometría y de ella se obtiene la amplitud de la variación de magnitud y su periodo, si la variación es periódica, y ello conlleva a la comprensión de parámetros físicos de las componentes del sistema. El presente trabajo tiene como objetivo el análisis de la curva de luz de un catálogo de sistemas variables para su clasificación a partir de la estimación del periodo orbital. Para obtener las observaciones para este estudio se utilizarán las facilidades del Observatorio Astronómico Universitario de la UANL.

Astrofísica - LXV-004848

11:00-13:00 **New Insights into Stellar Atmospheres at Millimeter, Sub-millimeter, and Infrared wavelengths** *Luis Zapata (l.zapata@irya.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*
Victor De La Luz (vdelaluz@enesmorelia.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;
**Francisco Tapia Vazquez (f.tapia@irya.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

In this work, we present a new methodology to fit the observed and synthetic spectrum of solar-like stars at millimeter, submillimeter, and infrared wavelengths through semiempirical models of the solar chromosphere. We use the Levenberg-Marquardt algorithm as a Nonlinear method, PakalMPI as the semiempirical model of the solar chromosphere, and recent observations of solar-like stars at millimeter, submillimeter, and infrared wavelengths. Our results show that we can use solar chromospheric semiempirical models as an input model to reproduce the observed spectrum of solar-like stars. The new profiles show similarities to the solar chromosphere as a minimum of temperature (without the restriction from CO emission) and a plateau in the high chromosphere. Our method provides a new fast numerical tool to estimate the physical conditions of solar-like stars.

Astrofísica - LXV-004911

11:00-13:00 **Variación secular de estrellas variables comparando sus tiempos de máximo observados “O” con los predichos por las efemérides “C”.** *José Hermenegildo Peña Saint Martín (jhpena@astro.unam.mx), University of Wisconsin;*
Arturo Rentería Lartundo (arenteria@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;
**Jhonnayker David Paredes Marquez (jhonnayker9313@gmail.com), Universidad Central de Venezuela; *Expositor.*

Las estrellas variables son las estrellas que presentan un cambio en su brillo en tiempos cortos. El estudio sistemático de este tipo de estrellas, específicamente las δ Scuti, HADS (High Amplitude Delta Scuti Stars) y SX Phoenicis conocidas como variables desde hace décadas, ha proporcionado datos sobre sus variaciones seculares. Mediante el análisis de los residuos de los tiempos de máximos determinados observacionalmente “O” contra los predichos obtenidos por medio de las ecuaciones de efemérides “C” es posible obtener información sobre el periodo. Lo anteriormente expuesto ha sido posible gracias a las observaciones realizadas en el Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla OAN-TNT ubicado en Puebla-México Su principal telescopio es de 1 m de diámetro y cuenta, además, con 4 telescopios Meade de 10” equipados con

modernas cámaras CCD. Las características de las estrellas mencionadas y la instrumentación con la que cuenta el OAN-TNT nos ha permitido continuar participando en programas de investigación y de docencia. Por lo tanto, se describirá la metodología en los procesos de la adquisición, de reducción y de análisis de datos para proceder con el estudio de sus variaciones seculares, es decir, saber cómo cambian su brillo en el tiempo y efectuar modelos de las estrellas que expliquen dichas variaciones.

Astrofísica - LXV-004945

11:00-13:00 **Hydrodynamic simulations of Cartwheel-like galaxies.** *Manuel Zamora Avilés (mzamora@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*
Ivanio Puerari (puerari@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;
Gilberto Carlos Gómez Reyes (g.gomez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;
**Josué Gerardo López Castillo (josue.gerardo.92@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

The Cartwheel galaxy is the archetype of rings galaxies, its shape is the result of a head-on collision between a perturber and a larger disk system. We performed a set of simulations using a moving-mesh code where the target galaxy and the perturber are evolved in isolation in a non-cosmological context. The target galaxy was rendered as an axisymmetric galaxy. Its star formation rate is constant at around $1 M_{\odot}$ y r^{-1} that lets us analyze the impact of the perturber in the star formation. Different perturbers were tested, changing their masses from 0.25 to 1 times the mass of the target galaxy, those collide with the target galaxy with a velocity between 200 and 800 km s^{-1} . The collision is non-centered, which makes a good reproduction of the Cartwheel galaxy, but the differences in the perturber provoke variations such as the width or the winding of the spokes, the ring expansion velocities, and the star formation. We found that the evolution of the galaxy post-collision is mainly regarded to the mass of the perturber. So, based on our simulations, the model that best reproduces the Cartwheel galaxy has a perturber with mass of 50% the target galaxy, and collides with a velocity of roughly 600 km s^{-1} .

Astrofísica - LXV-005052

11:00-13:00 **Caracterización del campo ultra profundo de TolTEC a 1.1, 1.4 y 2.0 mm a través de simulaciones numéricas** *Javier Zaragoza Cardiel (javier.zaragoza@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*
Itziar Aretxaga (itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Daniela Espitia Mosquera (despitia@inaoe.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

El estudio de la población de galaxias sub-milimétricas (SMGs) es especialmente importante debido a su contribución al Fondo Cósmico Infrarrojo (CIB), que a su vez representa $\sim 50\%$ de la luz de fondo extragaláctica total. Son galaxias con alta formación estelar a altos corrimientos al rojo y oscurecidas por el polvo. Se ha instalando en el Gran Telescopio Milimétrico (GTM) TolTEC, una cámara de continuo con 7718 detectores que operará en las bandas de 1.1, 1.4 y 2.0 mm. Entre los censos científicos que se espera hacer con TolTEC está el censo de galaxias ultra profundo (UDS, Ultra Deep Survey) que espera cubrir un área de 0.8 grados cuadrados hasta el límite de confusión del telescopio. En este trabajo se usa la simulación cosmológicamente motivada de galaxias sub-milimétricas de Nava-Moreno et al., que incluyen efectos de lentes gravitacionales para simular las observaciones de UDS. Se incluyen los efectos observacionales de barrido del cielo, limpieza de la atmósfera y respuesta de los detectores, lo que permite caracterizar el catálogo de fuentes detectadas. En este trabajo se mostrarán los resultados del procesamiento para un censo profundo como el propuesto para el campo de COSMOS de medio grado cuadrado a un RMS de 0.025 mJy/beam.

Astrofísica - LXV-005070

11:00-13:00 Selección y caracterización de una muestra de galaxias con actividad nuclear y outflows Mariana Cano Díaz (mcano@astro.unam.mx), *Catedrática CONACYT - Instituto de Astronomía UNAM;*

**José Luis Carrillo Martínez (jlcarrillo@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía UNAM; *Expositor.*

En esta charla presentaré el método de selección de una muestra de galaxias con actividad nuclear (AGN's) candidatas a albergar "outflows". Este trabajo fue realizado con datos de espectroscopía de campo integral de la muestra más reciente del proyecto Mapping Nearby Galaxies at APO (MaNGA-DR17) del consorcio internacional Sloan Digital Sky Survey IV (SDSS-IV), catálogo consistente de más de 10,000 galaxias en el universo local ($z \sim 0.03$). La metodología se puede resumir como sigue: (i) se conformó una muestra de galaxias con AGN's, con base en el criterio de diagramas BPT y la anchura equivalente de $H\alpha$. (ii) Con el uso del código público FIREFLY, se sustrajo el continuo estelar para todas las galaxias de la muestra y así se obtuvieron los espectros de emisión del gas. (iii) A partir de la inspección visual de dichos espectros, se seleccionaron las galaxias candidatas a albergar "outflows" de gas. (iv) Finalmente se hizo un ajuste basado en cadenas Markov-Monte Carlo (MCMC) sobre las líneas en las regiones comprendidas alrededor de $H\beta$ y $H\alpha$. Basándonos en dicho análisis, buscamos corroborar nuestro método

de selección de AGN's con "outflows". En adición, hacemos una revisión del posible impacto del outflow sobre la actividad de formación estelar en la galaxia anfitriona. Finalmente hacemos una caracterización básica de los candidatos a "outflows".

Astrofísica - LXV-005097

11:00-13:00 Estudio del sistema variable cataclísmico SDSS J154453.60+255348.8 Sergei Zharikov (zhar@astro.unam.mx), *Universidad Autónoma de México;*

**Ana Lucia Medina Rodriguez (almedina@astro.unam.mx), Universidad Autónoma de México; *Expositor.*

Basado en observaciones fotométricas y espectroscópicas simultáneas resueltas en el tiempo, presentamos un nuevo estudio de la variable cataclísmica eclipsante SDSS J154453.60+255348.8 con el objetivo de determinar el origen del objeto. Se aplicó la técnica de modelado de curvas de luz y el método de tomografía Doppler para determinar los parámetros del sistema y analizar la estructura del disco de acreción. Se informarán nuestros resultados preliminares.

Astrofísica - LXV-005177

11:00-13:00 Estudio de tres núcleos galácticos activos observados con HAWC Anna Lia Longinotti (alonginotti@astro.unam.mx), *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Daniel Rosa González (danrosa@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Alberto Carramiñana Alonso (alberto@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Fernando Josué Ureña Mena (furena@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Una fracción significativa de las fuentes astrofísicas de rayos gamma son núcleos galácticos activos. Este trabajo presenta un análisis detallado de los espectros de rayos gamma de tres de estas fuentes: la radiogalaxia M87, así como los objetos BL Lac 1ES 1215 +303 y VER J0521 +211, obtenidos a partir del data set de HAWC más actualizado y profundo. También se presentan los ajustes a las distribuciones espectrales de energía construidas con datos multi-frecuencia.

Astrofísica - LXV-005239

11:00-13:00 The Average Physical Properties of A-G Stars Derived from uvby-H β Strömgen-Crawford Photometry as the Basis for a Spectral-Classification Héctor Javier Ibarra Medel (hjbarram@

gmail.com), Instituto de Astronomía y Ciencias Planetarias, Universidad de Atacama;

William Schuster Bruckert (*schuster@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Omar López-Cruz (*omarlx@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica;

*Giannina Dalle Mese Zavala (*giannina@uas.edu.mx*), Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.

We have revisited and updated the uvby Strömgren colour and colour-index distributions of A, F and early G-type main sequence stars. For this aim, we selected 7054 dwarf stars along with 65 MK standard stars within the same spectral range but covering all luminosity classes. The standard stars were selected following the MK mandate strictly, using spectra taken at classification resolution recorded on photographic plates. We used the colours of these stars to determine the effective temperature and surface gravity. After correcting for systematic offsets using fundamental parameters and considering a few exceptions, we find a one-to-one correspondence, among MK spectral types, Strömgren photometry, and their associated physical properties. We have applied a principal component analysis to the mean Strömgren indices for dwarf stars complemented by MK standards for higher luminosity classes. We have used the projections to introduce three new photometric metaindices, namely SM1, SM2, and SM3. We have defined a 3D-box, which allowed us to segregate dwarf stars from bright giants and supergiant stars, with the aid of the metaindices. Two of the planes show that the projections of dwarfs and supergiants are ordered by temperature; however, the temperature dependence for the supergiants is not as well defined as for the dwarfs. Following the MK Process, we were able to form an automatic classifier. We present some applications and assigned synthetic spectral types. We suggest that our metaindices formalism allows the extension of Strömgren photometric outside its original mandate (i.e., later types), without requiring the introduction of additional photometric filters.

Astrofísica - LXV-005448

11:00-13:00 **Estudio morfocinemático de la nebulosa planetaria Abell 72** Roberto Vazquez Meza (*vazquez@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Ensenada;

Federico Soto Badilla (*fsoto@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Ensenada;

*Carlos Alí Medina Leal (*cmolina@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Ensenada; *Expositor.

El estudio y análisis de las nebulosas planetarias nos ayuda a conocer y comprender su morfología, composición e incluso su evolución. En este trabajo se estudia la nebulosa planetaria Abell 72 y se propone un modelo morfológico y cinemático basado en observaciones hechas con el espectrógrafo Mezcal (MES) del Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir (OAN-SPM). Nuestro modelo coincide razonablemente con las observaciones, explicando la estructura general de la nebulosa, formada por una compleja red de estructuras en forma de burbuja. Se discute los posibles escenarios para su formación y se compara con objetos similares. Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT IN106720.

Astrofísica - LXV-005528

11:00-13:00 **Análisis de curvas de luz para múltiples longitudes de onda de objetos NESS** Sundar Srinivasan (*s.srinivasan@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Radioastronomía y Astrofísica;

Luis Henry Quiroga-Nuñez (*lquiroga@nrao.edu*), National Radio Astronomy Observatory / University of New Mexico, Florida Institute of Technology;

*Diego Alejandro Vasquez Torres (*d.vasquez@irya.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.

Peter Scicluna (*peter.scicluna@eso.org*), European Southern Observatory;

El Nearby Evolved Stars Surve (NESS; Scicluna et al. 2022 MNRAS 512, 1091; <https://evolvedstars.space>) es un programa en curso que está obteniendo datos continuos y de línea *sub-mm* de CO para una muestra completa de 852 estrellas en el vecindario Solar ($d < 3kpc$). NESS tiene como objetivo estudiar la tasa y las propiedades de la materia enriquecida que las estrellas evolucionadas devuelven al ISM; explora la física de los vientos de estrellas polvorientas, particularmente su inicio y evolución temporal. Existe información de apoyo para una gran fracción de los objetivos NESS en una amplia gama de longitudes de onda. Por lo tanto, el conjunto de datos de NESS proporciona una muestra estadísticamente sólida para estudiar las propiedades de las estrellas evolucionadas. Las estrellas de rama gigante asintótica (AGB) muestran variabilidad en una amplia gama de longitudes de onda. Aún no se ha realizado ningún análisis sistemático que haya tenido en cuenta esta variabilidad de múltiples longitudes de onda. Nuestro grupo está desarrollando un código (pgnuvi; Scicluna et al., en preparación) que utiliza enfoques modernos de ciencia de datos (procesos gaussianos, inferencia variacional, computación GPU) para estimar el espectro de potencia dependiente de la longitud de onda y la variabilidad con un tiempo de computación mínimo para conjuntos de datos arbitrarios. Cuando este código se aplica a los objetivos NESS, proporcionará información útil para una muestra limitada a una distancia en el vecindario solar. Usaremos

scripts automatizados para compilar curvas de luz de longitud de onda múltiple de varios estudios en curso para investigar las correlaciones entre los parámetros de variabilidad derivados de pgmuvi y las propiedades estelares y circunestelares de las estrellas de nuestra muestra. En este póster, describimos el procedimiento y presentamos algunos resultados preliminares.

Astrofísica - LXV-005535

11:00-13:00 **Estudio sobre personas egresadas de los posgrados de astronomía y astrofísica en México** *Alejandro Aguayo Ortiz (aaguayo@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**René Alberto kata (r.ortega@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En esta plática presentaremos el proyecto “Estudio sobre personas egresadas de los posgrados de astronomía y astrofísica en México”, que tiene como objetivo compilar evidencias estadísticas de la historia de empleo y algunas características demográficas específicas de las y los egresados de los posgrados de astronomía y astrofísica en México. La experiencia empírica de quienes hemos estudiado un posgrado en estas áreas en México nos indica que nuestra historia de empleo ha ido cambiando a lo largo del tiempo, e.g. una tasa de inserción en plazas de investigación decreciente con el tiempo. Sin embargo, hasta ahora no contamos con estadísticas duras y confiables en este tema a nivel nacional. Asimismo, hay una variedad de aspectos para los que no se cuentan tampoco con estadísticas claras, como la fracción de mujeres graduadas vs. la fracción de mujeres contratadas en plazas de investigación o la fracción de personas que se insertan en áreas de investigación y/o academia distintas de la astronomía o astrofísica. Adicionalmente, la experiencia empírica indica que una fracción creciente de personas egresadas se mueve a diferentes áreas laborales fuera de la academia después de graduarse o después de realizar algunas estancias postdoctorales, pero una vez más no contamos con estadísticas claras al respecto. Este estudio pretende recopilar datos que nos permitan tener estadísticas confiables, con el fin de que las y los estudiantes de posgrado en estas áreas tengan un panorama mucho más claro de cuáles son sus posibilidades reales de empleo posteriores al posgrado, y que las y los coordinadores y tutores de los programas de posgrado puedan orientar con más claridad a sus estudiantes y, eventualmente, realizar modificaciones en sus programas que reflejen la realidad del mercado laboral para estos posgrados. Esperamos contar con resultados preliminares para octubre de 2022.

Astrofísica - LXV-005592

11:00-13:00 **Inferencia Indirecta de M_{BH} utilizando ajustes bayesianos de la distribución espectral de energía, en datos de IFS.** *Aldo Rodríguez Puebla (apuebla@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Mariana Cano Díaz (mcano@astro.unam.mx), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología;

**Alejandro Miguel Munguía Córdova (amunguia@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En esta charla presentaré los resultados de la selección de una muestra de 12 galaxias que cuentan con mediciones directas de la masa de sus agujeros negros centrales (M_{BH}) reportadas en la literatura y que además tienen datos públicos del proyecto “Mapping Nearby Galaxies at APO” (MaNGA) del consorcio internacional “Sloan Digital Sky Survey IV” (SDSS IV), o del catastro “Calar Alto Legacy Integral Field Area Survey” (CALIFA). Los cuales utilizaron la técnica observacional de espectroscopia de campo integral (IFS), por sus siglas en Inglés). Para todas estas galaxias se realizaron ajustes de la distribución espectral de energía (SED) a distintas aperturas centrales, para realizar ajustes simultáneos de las líneas de emisión del gas ionizado y del continuo estelar. Mostraré los resultados arqueológicos del ensamblaje de masa y la historia de formación estelar (SFH) de nuestra muestra de hoyos negros supermasivos. Discutiré cómo la presencia del hoyo negro supermasivo afecta la historia de formación estelar de las galaxias, en particular encontramos evidencias de que las galaxias observadas al día hoy sin formación estelar tuvieron un apagado muy temprano, $z > 1$ dentro del kiloparsec central.

Astrofísica - LXV-005608

11:00-13:00 **Estudio de variabilidad de M87 con CTA** *José Rubén Alfaró Molina (ruben@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM;*

Magdalena González Sánchez (magda@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

**Mabel Osorio Archila (mosorio@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.*

Sergio Hernández Cadena (skerzot@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, UNAM;

La radiogalaxia M87 (localizada a ~ 16.4 Mpc), se caracteriza por presentar un solo jet (observable) y una emisión que ha sido detectada en todo el espectro electromagnético hasta energías de TeV. Debido a su cercanía y sus características, se han realizado campañas de observación para estudiar la dinámica y formación de jets, así como los procesos que originan la radiación no térmica observada en estos objetos. M87 ha sido detectada por los observatorios Fermi-LAT, HESS, MAGIC y VERITAS mostrando un espectro que presenta diferentes componentes de emisión que contribuyen al flujo total. También se ha observado variabilidad en su flujo en escala de meses, lo que sugiere

la existencia de una segunda región de emisión además de la zona central de la galaxia. Sin embargo, variabilidad diaria también ha sido detectada especialmente durante estados de alta emisión. En este trabajo presentamos la capacidad de detección de M87 con CTA en base a simulaciones tras realizar una campaña de observación con duración de 4 años (1 hora de observación al día) en un rango de energía de 0.03 - 100 TeV, usando curvas de luz obtenidas de observaciones de Fermi para el mismo período de tiempo. Observamos que no es posible detectar una variabilidad diaria pero sí variabilidad mensual. También reportamos el tiempo mínimo requerido para detectar la fuente con una significancia de 5σ . Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101320.

Astrofísica - LXV-005656

11:00-13:00 Colisiones en cúmulos globulares *Yalia Divakara Mayya (ydm@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*
Aldo Alberto Batta Márquez (abatta@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;
**Juan José Zaldívar Vázquez (jzaldivar@inaoe.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*
**Expositor.*

Algunas regiones de los cúmulos globulares son lugares que podemos considerar como ambientes estelares densos. Al tener muchas estrellas concentradas en un espacio pequeño, densidad numérica $\sim 1000 \text{ pc}^{-3}$, la probabilidad de que se den encuentros dinámicos entre ellas es alta. Se hicieron simulaciones SPH de colisiones estelares y eventos de disrupción por mareas de una estrella con un agujero negro de masa estelar. En este trabajo se presentan los resultados sobre la rotación de la estrella después de dichos encuentros.

Astrofísica - LXV-005735

11:00-13:00 pyHIIextractor y su aplicación para obtener un catálogo de regiones HII con datos de MUSE *Sebastián Francisco Sánchez Sánchez (sfsanchez@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía;*
**Alejandra Zaavik Lugo Aranda (alugo@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía;*
**Expositor.*

Nosotros utilizamos la herramienta llamada pyHIIextractor para detectar y extraer la información de las principales características (posiciones y radios) de regiones ionizadas grumosas, por ejemplo, regiones HII, usando imágenes de la línea de emisión de H α . El código ha sido optimizado para utilizar datos de espectroscopia de campo integral con formato Pipe3D de alta resolución espacial, por ejemplo, los proporcionados por el espectrógrafo MUSE. Por lo que, aprovechando las características de es-

te algoritmo, nosotros realizamos un catálogo de regiones HII y recuperamos la información de las propiedades de las líneas de emisión y de las poblaciones estelares subyacentes de dichas regiones, descontaminadas debido a la contribución del gas ionizado difuso, este catálogo es equivalentemente prometedor a la calidad de los datos con los que se realizó.

Astrofísica - LXV-005756

11:00-13:00 Formación estelar en ambientes extremos *Luis Alberto Zapata González (l.zapata@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica- Universidad Nacional Autónoma de México;*
**Geovanni Rangel Cortes (g.rangel@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica- Universidad Nacional Autónoma de México;*
**Expositor.*

Comprender como se lleva a cabo la formación de estrellas es de particular importancia ya que estos objetos cósmicos son los más abundantes en el Universo. Desgraciadamente una de las etapas que menos entendemos sobre dichos objetos es precisamente su formación en épocas muy tempranas. Esto se debe, entre otras cosas, a que estas etapas primigenias de una estrella en formación se mantienen oscurecidas ante nosotros debido a la presencia de una gran nube de gas y polvo que nos impide “ver” con precisión como se lleva a cabo el proceso de formación. Para nuestra fortuna, ahora contamos con telescopios y observatorios sofisticados, además de mejores tecnologías computacionales que nos permiten estudiar con mayor precisión estos fenómenos que han permanecido oscurecidos durante millones de años. Por ejemplo, el desarrollo de las técnicas de interferometría empleada en radiotelescopios ahora es de vital importancia para el estudio de ciertos procesos de la formación estelar e incluso para estudiar otros objetos que no pueden ser detectados en el espectro óptico, como la emisión de agujeros negros en los núcleos de galaxias distantes. En este proyecto usamos dichas herramientas y datos obtenidos por algunos telescopios/observatorios con la intención de caracterizar y clasificar algunos objetos protoestelares (proplyds, glóbulos, pilares, etc) contenidos en regiones de formación estelar muy particulares y representativas de nuestra galaxia. Particularmente, hemos puesto nuestro interés en estudiar regiones que contienen una gran cantidad de estrellas en formación y donde además existe una gran y violenta interacción con el medio ambiente que las rodea. Tal es el caso de la nebulosa de Carina, la cual contiene una gran cantidad de objetos preestelares que están siendo irradiados constantemente por el gran número de estrellas masivas (tipo O y B) presentes en los densos cúmulos estelares dentro de la región.

Astrofísica - LXV-005872

11:00-13:00 **X-ray and IR search for highly absorbed AGNs in the AKARI NEP Deep Field** *Mirko Krumpe (mkrumpe@aip.de), Leibniz Institut für Astrophysik Potsdam;*

Takamitsu Miyaji (miyaji@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Sede Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México;

Martín Herrera Endoqui (mherrera@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Sede Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Blanca Azucena Bravo Navarro (bbravo@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Sede Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

In this work we focus on the X-Ray and IR (infrared) spectral analysis of AGNs (Active Galactic Nuclei) on the AKARI NEPD Field (AKARI North Ecliptic Pole Deep Field). AKARI conducted deep ($\sim 0.4 \text{ deg}^2$) surveys around the North Ecliptic Pole with its InfraRed Camera (IRC) and nine filters continuously covering the $2-25 \mu\text{m}$ range. This unique feature has enabled us to make sensitive detection of AGN candidates, based on the Spectral Energy Distribution (SED) fitting, where we can obtain the IR luminosity of the AGN component from hot dust emission in the AGN torus ($L_{\text{IR,AGN}}$). Combining this with our Chandra X-ray data on the same field helps us to identify highly absorbed AGNs, including Compton-thick ones. In this poster, we present spectral analysis of more than 100 X-ray sources that have available photometric or spectroscopic redshifts obtaining the absorption column density (N_{H}) and the X-ray luminosity (L_{X}). We compare N_{H} and $L_{\text{X}}/L_{\text{IR,AGN}}$ to verify that the latter quantity is an indicator of absorption. Then, use $L_{\text{X}}/L_{\text{IR,AGN}}$ or its upper limit to IR-selected AGNs to identify highly absorbed AGNs.

Astrofísica - LXV-006032

11:00-13:00 **Detección y análisis de una señal relacionada a un Estallido de Radio tipo III** *Alejandro Lara Sánchez (alara@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, departamento de Ciencias Espaciales. Universidad Nacional Autónoma de México.;*

**Mariana Yolanda Ortiz Hernandez (omarianayolanda@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

M. Ortiz y A. Lara

Los estallidos de radio tipo III (ERS III), son fenómenos que tienen su origen en la corona solar y están asociados a haces de electrones acelerados hasta alcanzar pequeñas fracciones de la velocidad de la luz (de 0.10 a 0.3 c) y son producidos durante el fenómeno de reconexión magnética que está relacionado con las erupciones solares. Tales haces de electrones, afectan el medio ambiente que radia a la frecuencia de plasma o su primer armónico. Tienen su origen en la corona muy baja (frecuencias altas) y se propagan hasta 1 AU por lo que su frecuencia de emisión se desplaza rápidamente en función del tiempo. El 30

de abril de 2022 se detectó una señal relacionada con un ERS III con el espectrómetro CALLISTO de la estación UNAM, CDMX. En este trabajo, se presenta un análisis detallado relacionado con dicho evento que fue detectado por diferentes estaciones de la red e-CALLISTO.

Keywords: ERS III, CALLISTO.

Astrofísica - LXV-006037

11:00-13:00 **Astrobiología en México: Actividades de la Sociedad Mexicana de Astrobiología** *Manet Estefanía Peña Salinas (difusion@soma.org.mx), Universidad Autónoma de Baja California;*

Roberto Vazquez Meza (vazquez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM;

Sandra I. Ramírez Jiménez (ramirez_sandra@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Patricia Núñez Pérez (presidente@soma.org.mx), Instituto de Estudios Avanzado de Baja California;

**Miguel Chavez Dagostino (mchavez@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

En este trabajo presentamos un panorama global de las actividades de la Sociedad Mexicana de Astrobiología (SOMA). Se presentará brevemente las investigaciones que llevan a cabo algunos de sus miembros activos, así como las labores de difusión y enseñanza.

Astrofísica - LXV-006099

11:00-13:00 **Morfología y cinemática de la nebulosa planetaria NGC 2452** *Roberto Vázquez (vazquez@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Alexia Sofía Ibarra García (alexia.ibarragar@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Sandra Ayala (sayala@fcfm.uanl.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

La Nebulosa Planetaria NGC 2452 es producto de la evolución de una estrella tipo WR, y muestra una morfología muy particular. A partir de observaciones espectroscópicas de alta dispersión se presenta un estudio morfológico y cinemático de NGC 2452. Las observaciones fueron obtenidas con el espectrógrafo MEZCAL (MES) en el Telescopio de 2.1m del Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir (OAN-SPM). Se presenta un modelo preliminar de la estructura básica de la nebulosa realizado con el paquete ShapeX. Nuestro modelo coincide razonablemente con las observaciones.

Investigación realizada gracias al programa UNAM-PAPIIT IN106720.

Astrofísica - LXV-006139

11:00-13:00 **Curvas de rotación de asteroides con el Observatorio Estelar Carl Sagan de la Universidad de Sonora** *María Alejandra Ramírez Núñez (a217215604@unison.mx), Universidad de Sonora; Dulce Elena Córdova Arreola (a219206313@unison.mx), Universidad de Sonora; Sofía Daniela Chapetti Jimenez (a219217492@unison.mx), Universidad de Sonora; Raul Alexis Cortez Gonzalez (a218205354@unison.mx), Universidad de Sonora; Rafael Dominguez (dominguezrafael@gmail.com), Colegio de Bachilleres de Sonora; Ramona Nuñez Lopez (ramona.nunez@caborca.uson.mx), Universidad de Sonora; María Eugenia Contreras Martinez (contreras.maru@gmail.com), Universidad de Sonora; Julio Cesar Saucedo Morales (julio.saucedo@unison.mx), Universidad de Sonora; Pablo Armando Loera González (pabloloera@gmail.com), Universidad de Sonora; *Lorenzo Olguin Ruiz (lorenzo.olguin@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Actualmente se conocen más de 1.1 millones de asteroides que orbitan en diferentes regiones del sistema solar, con una gran mayoría habitando en el llamado cinturón principal, que se ubica entre las órbitas de Marte y Júpiter. Las características físicas básicas de los asteroides más brillantes son en general conocidas, sin embargo, para un gran número de ellos éstas no han sido estudiadas en detalle. En el Observatorio Estelar Carl Sagan (OECS) de la Universidad de Sonora, se tiene una campaña permanente de estudio de asteroides principalmente para obtener su curva de luz y con ella determinar su periodo de rotación. El estudio de asteroides es un programa básico que sirve para capacitar estudiantes en técnicas observacionales y de reducción de datos, lo cual permite su incorporación a otros programas de observación más complejos. En este trabajo presentamos un resumen de los objetos estudiados durante los años 2021 y 2022, donde se incluye la aportación de estudiantes de la Licenciatura en Física de la Universidad de Sonora. Adicionalmente, se presentan resultados para objetos en nuestra base de datos observados en años anteriores y que hasta ahora no habían sido estudiados con detalle.

Astrofísica - LXV-006142

11:00-13:00 **Modelling the early mass-ejection in jet driven protostellar outflows.** *André Schutzer (andre.schutzer@univ-grenoble-alpes.fr), Institute de Planétologie et de Astrophysique, Université Grenoble Alpes;*

Bertrand Lefloch (bertrand.lefloch@univ-grenoble-alpes.fr), Institut de Planétologie et de Astrophysique, Université Grenoble Alpes;

**Pedro Ruben Rivera Ortiz (p.rivera@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; *Expositor.* Protostellar jets and outflows are an important agent of star formation as they carry away a fraction of momentum and energy, needed for gravitational collapse and protostellar mass accretion to occur. Our goal is to provide constraints on the dynamics of the inner protostellar environment from the study of the outflow/jet propagation away from the launch region.

We have used the 2D chemo-hydrodynamical code WALKIMYA to numerically model and reproduce the physical and CO emission properties of the jet-driven outflow from the intermediate-mass protostar CepE-mm, which was observed at ~ 800 au resolution in the CO $J=2-1$ line with the IRAM interferometer. Our simulations take into account the observational constraints available on the physical structure of the protostellar envelope. The distribution of CO abundance along the jet shows that the latter bears memory of the early dissociative phase in the course of its propagation. Analysis of the velocity field shows that the jet material mainly consists of gas entrained from the circumstellar envelope and accelerated away from the protostar at 700 au scale. Numerical modelling of the CepE jet-driven outflow and comparison with the CO observations have allowed us to peer into the outflow formation mechanism with unprecedented detail and to retrieve the history of the mass-loss events that have shaped the outflow.

Astrofísica - LXV-006198

11:00-13:00 **Galaxy Maquila: la estructura de la galaxia NGC 2613** *Fitsum Woldegerima Beyene (fitsewgerima@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Emmanuel Ríos López (riloeem@gmail.com), Instituto de Astrofísica de Canarias; Christopher Añorve (canorve@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, Universidad Autónoma de Sinaloa; Darío Núñez Zúñiga (nunez@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares Universidad Nacional Autónoma de México; Mayra Mabel Valerdi Negreros (mabel.astro@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

*Omar López-Cruz (omarlx@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Ixchel Ramírez Solano (ixchelrs01@gmail.com), Benemérita Universidad de Puebla; *Expositor.*

Presentamos el resultado del estudio de la estructura de la galaxia NGC 2613. Para tal fin hemos ajustado el brillo superficial del bulbo y el disco usando el programa GALFIT, usando datos del catastro 2MASS. Hemos usado datos de 21 cm tomados de la literatura para explorar la curva de

rotación de esta galaxia e inferir la masa del disco y el halo de materia oscura.

Ciencias de la Tierra - LXV-004577

11:00-13:00 **Importancia del pancake factor en la velocidad terminal de un NEO** *Lorenzo Olguín Ruiz (lorenzo@astro.uson.mx), Departamento de Investigación en Física. Universidad de Sonora;*

**Ariana Varela Mendez (ariana.vam012@gmail.com), Posgrado en Ciencias de la Tierra. Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.*

Ernesto Aguilar Rodríguez (ernesto@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica Unidad Michoacán. Universidad Nacional Autónoma de México.;

Joaquín Estevez Delgado (fismatumsnh@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Mario Rodríguez Martínez (mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México.;

Raúl Gutiérrez Zalapa (raulgz@comunidad.unam.mx), Posgrado en Ciencias de la Tierra. Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México.;

Uno de los factores a considerar al momento del ingreso de un Near Earth Object (NEO u Objeto Cercano a la Tierra, por sus siglas en inglés) a la atmósfera terrestre es el pancake factor f_p , cantidad adimensional que nos indica el cambio total del diámetro del objeto en función de su altura de vuelo. Al estar relacionado con su diámetro, indirectamente está relacionado también con los parámetros físicos del NEO. El pancake factor toma relevancia ya que, aunado a otros parámetros medidos de manera observacional, permite conocer la composición de los meteoroides que ingresan a nuestra atmósfera. En este trabajo se muestra la relación existente entre la fuerza de arrastre de un NEO y su respectivo pancake factor, en particular, cómo este valor afecta la velocidad terminal de un NEO y, si este sobreviviera al paso por la atmósfera terrestre, la incidencia que tiene en la energía liberada debido al impacto mismo.

Ciencias de la Tierra - LXV-005166

11:00-13:00 **Estudio de PM₁₀ en ambientes interiores de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México** *Juan Carlos Pineda Santamaría (pineda@fisica.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Javier Miranda Martín Del Campo (miranda@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Salvador Reynoso Cruces (salvadoreynoso17@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En los años recientes ha sido creciente el interés por estudiar la calidad del aire en ambientes interiores, como casas habitación, escuelas, oficinas y talleres, entre otros. En el presente trabajo se realizó el muestreo y análisis de la composición elemental del aerosol atmosférico inhalable, PM₁₀, en distintos ambientes interiores, una casa habitación en el oriente de la Ciudad de México, una más el municipio de Tlalnepantla en el estado de México y dos laboratorios de investigación científica en el sur de la Ciudad de México. La composición elemental fue determinada mediante Fluorescencia de Rayos X y se midieron las concentraciones de 16 elementos (entre aluminio y plomo); se aplicaron análisis estadísticos básicos y multivariados. Con base en estudios anteriores, se identifican diversas fuentes de emisión en el interior, así como la influencia de fuentes exteriores, que producen aerosol infiltrado hacia las residencias o laboratorios.

Trabajo financiado en parte por DGAPA-UNAM, proyecto PAPIIT IN101021.

Ciencias de la Tierra - LXV-005298

11:00-13:00 **Efecto del recubrimiento de aluminio por sputtering en una SrFe₁₂O₁₉** *Azdrubal Lobo Guerrero (azdlobo@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI;*

Juan Manuel Martínez Huerta (guliver113@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI;

Jose Guadalupe Rivera Morales (jgriveram@utsjr.edu.mx), Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica;

Javier Cabal Velarde (javier.cabal.velarde@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI;

Said Eduardo Aranda Espinoza (aranda@gmail.fisica.uaslp.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI;

**Jesus Hazael Garcia Gallegos (j_hazael@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI; *Expositor.*

Este trabajo analiza el efecto que tiene una capa de aluminio depositada sobre la hexaferrita de estroncio, las propiedades magnéticas, para formar una capa de aluminio sobre la superficie de la hexaferrita usamos la técnica de pulverización catódica con magnetrón, aplicando dos tiempos de depósito para variar su espesor. La hexaferrita de estroncio (SrM) con la fórmula química SrFe₁₂O₁₉ es una cerámica magnética ampliamente utilizada debido a sus propiedades bien adaptadas a nuestra tecnología actual. El SrM pertenece a una familia de compuestos isoestructurales (SrM, BaM, PbM) que presenta alta magnetización, remanencia, campo coercitivo, anisotropía magnetocrista-

lina y temperatura de Néel. La fabricación simple, los costos bajos, la alta estabilidad térmica y química son otras fortalezas de la hexaferrita que permiten su uso seguro en muchas aplicaciones de imanes permanentes, absorbentes de microondas o dispositivos de grabación magnética. Además, los compuestos de hexaferrita encuentran algunas aplicaciones innovadoras en nanotecnología, electrónica e incluso en la protección del medio ambiente debido a su capacidad de adsorción y actividad fotocatalítica.

Representan aproximadamente un tercio del mercado de los imanes permanentes con ventas calculadas de un millón de toneladas por año. Aunque estas ferritas no superan la producción energética (BHmax) de 38 kJ / m³, en comparación con los 400 kJ / m³ de los imanes comerciales de tierras raras, las ferritas hexagonales cuestan menos de US 5 / kg, mientras que el valor de mercado de las tierras raras para la fabricación de los imanes continúan aumentando.

Las ferritas hexagonales no pueden cerrar la brecha con los imanes de tierras raras; sin embargo, cualquier mejora en el rendimiento magnético puede ser tecnológicamente rentable si los costos de fabricación se mantienen bajos. Se depositó aluminio mediante un sputtering de pulverización catódica, donde se observó que la película era muy homogénea.

Ciencias de la Tierra - LXV-005786

11:00-13:00 Sistema distribuido para el registro cercano a tiempo real del espectro electromagnético sobre México *Victor Hugo De La Luz Rodríguez (vdela luz@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia;*

**Juan Luis Ruiz Vanegas (juanluisruiz971@gmail.com), Escuela Nacional de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia; *Expositor.*

Desarrollo de un prototipo para la adquisición, almacenamiento, procesamiento, y visualización del espectro electromagnético cercano a tiempo real distribuido sobre México para monitorear la estabilidad de las señales de radiocomunicación entre 30 MHz y 150 MHz.

Utilizamos dispositivos de Radio Definido por Software que conectados a Raspberry Pi 4 para el procesamiento de señales en tiempo real, obteniendo el espectro electromagnético a partir de las señales registradas aplicando la Transformada Rápida de Fourier, la cual cuenta con implementaciones libres para procesamiento en paralelo.

Ciencias de la Tierra - LXV-005863

11:00-13:00 Small- scale temporal and spatial variability of radon/thoron concentration in soil gas and its association with seismic events in Lima, Pe-

ru. *Daniel Palacios Fernandez (dpalaciosf@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Luis Vilcapoma Lázaro (lvilcapoma@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Patrizia Pereyra Anaya (ppereyr@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Bertín Pérez Ancaya (bertin.perez@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; Ricardo Flores Camargo (r.flores@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; *Cesar Guevara Pillaca (cesarj.guevara@pucp.edu.pe), Pontificia Universidad Católica del Perú; *Expositor.*

Results of measurements of radon concentration in soil gas in different locations of Lima city during the year 2016 indicated that the highest levels occurred in areas near rivers and were related to vibrations caused by rock avalanches and debris in rivers and streams. Thus, it is important to study the possible association between variations in radon/thoron concentrations in soil gas and the occurrence of geodynamic events in areas far from rivers. The aim was to obtain spatial and temporal variability of radon/thoron concentrations in soil in a representative area of Lima (Peru) and its possible association with seismic events. Using dual-chamber passive monitors with LR-115 type 2 detectors, simultaneous measurements of radon/thoron were carried out during 14-days periods during 2 years between 2019 to 2021. An area of 24 m² located in San Miguel district (Lima) was used. Measurement surface was a regular array lay for 24 wells installing a measurement system in each of them. The spatial distributions of ²²²Rn and ²²⁰Rn concentrations in soil gas, their temporal variations and relationships with the seasons of the year and seismic events that occurred during the measurements are presented and analysed.

COVID-19 - LXV-005331

11:00-13:00 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TERMÓMETRO CLÍNICO INFRARROJO *Juan Francisco García Peña (fgarcia@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Armando Bustos Gómez (bustos@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Jaime De Urquijo Carmona (jdu@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Raúl Bustos Maya (fbustos@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Guillermo Gerardo Bustos Maya (gbustos@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se reporta el diseño y construcción de un termómetro clínico basado en un diseño probado, a un tiempo sencillo y confiable. El termómetro cuenta con un sensor infrarrojo integrado cuya salida se conecta a un procesador Arduino Nano, y éste a su vez a un despliegue numérico de cristal

líquido que indicará la temperatura. En mayo de 2020 se propuso el desarrollo de un prototipo de termómetro clínico útil para evaluar su operación en hospitales y clínicas. Se planteó que el diseño fuera sencillo, con una resolución de 0.1 °C y calibrable, constituido de componentes asequibles en el mercado, fácil de ensamblar y de bajo costo. El transductor infrarrojo elegido fue el MLX90614, cuya salida se acopla a un procesador Arduino Nano. El programa de control del Arduino fue desarrollado en este laboratorio. Ello permite tener acceso a la calibración del termómetro cuando se requiera. La pantalla que despliega la temperatura medida es sencilla, de 2x2 cm de área y monocromática. El termómetro cuenta con un botón pulsador para tomar la temperatura. Utiliza una batería de 9V acoplada a un regulador de voltaje para alimentar al Arduino. Cuando no se mide la temperatura, el consumo de energía es muy bajo. El termómetro se calibró contra un termómetro clínico de precisión y otro de la marca Fluke. Es importante mencionar que cuando el termómetro apunta a la frente o la piel, la temperatura es aproximadamente 2 °C menor a la que se mide con un termómetro debajo de la axila o la lengua, siendo esta temperatura la que se usa como estándar para determinar el estado de salud “térmica” de una persona. Por ello, el programa del Arduino cuenta con la provisión de calibración, ya que al hacer una calibración absoluta, se conoce el incremento que debe programarse para que en la pantalla aparezca la temperatura como si hubiese sido medida con un termómetro axilar o lingual. Proyecto apoyado por UNAM-PAPIIT IV100320.

COVID-19 - LXV-006131

11:00-13:00 **Modelando el impacto de los contagios de COVID-19 al interior del transporte público y su incidencia en la propagación al interior de las alcaldías de la Ciudad de México** *Luis Agustín Alvarez-Icaza Longoria (alvar@pumas.ingen.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Elena Lárraga Ramírez (mlarragar@ingen.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Emmanuel Torres Marín (mc.emmanuel.torres@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Fernando Reyes Gómez (fher_u2@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se presenta un modelo discreto, compartimental, estructurado por edad y meta poblacional basado en la dinámica de los autómatas celulares para estudiar el papel que juega el transporte público en los contagios al interior de las alcaldías de la Ciudad de México. El modelo es una variante del modelo SEIR y define dos fuerzas de infección: una para los contagios al interior del transporte y otra para las alcaldías; que en conjunto definen la dinámica de propagación global del modelo. Particularmente, la dinámica de infección al interior del transporte considera la duración del viaje, la distancia, y los contactos al

interior. Mientras que, aquella para el interior de las alcaldías considera los viajeros que arriban, la población y las matrices de contactos entre la población segmentados por grupo de edad y locación, casa, trabajo, escuela y otros, las cuales se actualizan diariamente; así como el cumplimiento de las medidas de mitigación (cubre bocas, gel, etc.). Tanto los viajes que se realizan diariamente y las matrices de contacto varían cada instante de tiempo, en función de los cambios en la movilidad y los confinamientos que se establecen y la variación poblacional en un instante de tiempo, que afectan los mismos. El modelo se sintoniza utilizando datos de viajes de la Encuesta Origen-Destino de la Ciudad de México 2017, de movilidad de Apple Mobility y de la población y del confinamiento impuestos por el gobierno de la Ciudad de México. Los resultados de simulación indican que el modelo es capaz de reproducir el brote originado en la ciudad de México a nivel macro y microscópico hasta marzo de 2021. Se determinan las rutas críticas intra e inter-alcaldías con base en el número de contagios en el transporte público y el riesgo de interactuar con al menos una persona infectada al interior de las alcaldías. Se concluye que el transporte público y el no cumplimiento de las medidas de mitigación incide en la propagación de COVID-19 en CDMX.

Dinámica de Fluidos - LXV-004579

11:00-13:00 **Control pasivo del flujo que pasa por un cilindro rectangular con superficie perturbada** *Gerardo Jesús Escalera Santos (gescalera.santos@gmail.com), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas; Filiberto Hueyotl Zahuantla (filihz@gmail.com), Cátedras del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas; *Mario Alberto Aguirre López (mariao1906@gmail.com), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

El flujo incompresible que pasa por un cilindro rectangular ha sido ampliamente estudiado debido a su importancia para el diseño de estructuras en ingeniería oceánica y vehículos de transporte. En este contexto, el control pasivo del flujo a $Re=10^5-10^7$ cobra importancia para la reducción de la resistencia y el control de la sustentación. Inspirándonos en morfologías biológicas, realizamos simulaciones LES de flujo turbulento alrededor de un cilindro rectangular cuya superficie ha sido modificada, con el objetivo de obtener siluetas modificadas que controlen el flujo a $Re=10^7$. Se llevó a cabo un estudio sistemático implementando diferentes tipos de hendiduras (o protuberancias) equidistantes en la superficie del cilindro. Los objetos se diseñaron en FreeCAD y las simulaciones se realizaron en OpenFOAM utilizando el modelo de turbulencia Spallart-Almaras. Teniendo en cuenta la importancia en el diseño de vehículos, se analizan las morfologías re-

sultantes centrándose en aquellas que aportan la mínima resistencia aerodinámica.

Dinámica de Fluidos - LXV-004595

11:00-13:00 **Estudio Teórico y de Simulación de las trayectorias de una partícula esférica inmersa en una solución electrolítica en condiciones de electroforesis, confinada en un canal** *Monserrat Morin Castillo (morinmonserrat@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Antonio Michua Camarillo (antonio.michua@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Moisés Gutiérrez Arias (arigtmses5@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

José Eladio Flores Mena (jefloresmena@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Edy Flores Flores (edy_ff@yahoo.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**José Carlos Calderón Muñoz (carlos_calderon_mz@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Estudiamos teóricamente y por simulación de computadora las trayectorias de una partícula inmersa en una solución electrolítica confinada en un canal, bajo condiciones de electroforesis capilar. La manipulación de micropartículas por medio de campos eléctricos es de importancia fundamental en varias áreas de la biomedicina, y en general de la tecnología. La separación de micropartículas requiere de su conocimiento detallado en un ambiente acuoso. En este trabajo presentamos el estudio de una partícula esférica sometida a campos eléctricos y un gradiente de presiones. El estudio consiste en resolver la ecuación de Laplace y de Navier-Stokes, para este estudio consideramos la condición de capa delgada, de no deslizamiento y que el tamaño de la micropartícula es mucho mayor que la doble capa. Con lo cual, para su movilidad consideramos la expresión de Helmholtz-Smoluchowski. La simulación la realizamos por medio del método de elemento finito, presentamos los perfiles de velocidad alrededor de la micropartícula, las líneas de campo eléctrico y sus trayectorias para diferentes velocidades.

Enseñanza - LXV-004523

11:00-13:00 **Simulación del DNA con Dinámica Molecular mediante LAMMPS** *José Adrián Martínez González (jose.adrian.martinez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;*

Juan Guillermo Munguía Fernández (juanguillermo@ciencias.unam.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

**Sara Lourdes Meléndez Acevedo (lourdes97mel@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

En los últimos años, los métodos computacionales enfocados a la dinámica molecular se han convertido en una herramienta importante que permite obtener diferentes propiedades a partir de la interacción entre moléculas en un periodo de tiempo determinado, para después ser validadas en el laboratorio. En este trabajo revisaremos el modelo de grano-grueso (GG) el cual se aplica al estudio del DNA y RNA. Las propiedades estructurales de DNA de cadena simple y doble son simuladas a través de la dinámica molecular usando paqueterías de programación basados en el modelo GG que se encuentran dentro del software libre LAMMPS. El uso de programas de dinámica molecular permite estudiar las propiedades del objeto en estudio.

Enseñanza - LXV-004539

11:00-13:00 **Estudio cinemático del péndulo simple y amortiguado por técnicas de vídeo análisis** *Efrain Viesca Villanueva (eviesca@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila;*

Roberto Constancio Torres Ramírez (roberto.torres@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila;

José Luis Fraga Almanza (josefraga@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila;

Carlos Eduardo Rodríguez García (crodriguezgarcia@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila;

María Guadalupe Godina Cubillo (guadalupe.godina@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila;

**Esteban De Jesús Solís Rivera (esteban.solis@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; *Expositor.*

En este trabajo se hizo uso de técnicas de video análisis mediante la herramienta computacional Tracker para estudiar el movimiento oscilatorio de un péndulo simple, así como el desarrollo de una simulación del movimiento del péndulo simple haciendo uso del lenguaje de programación de Python. En un primer caso, se videograbó el experimento del péndulo simple por medio de un sistema de marca FICER. Se observó el comportamiento a diferentes longitudes del péndulo (5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 30 cm). Para el segundo caso, se desarrolló la simulación, para un péndulo simple con ángulos pequeños, para el análisis se soluciona la ecuación diferencial de forma analítica, para la cual se utilizó el método de Runge-Kutta de cuarto orden para un sistema de ecuaciones diferenciales. Para ello, comparamos la solución numérica de este modelo con los datos experimentales de un péndulo real. Después de ello se cambiaron los valores de los parámetros o las condiciones iniciales en la solución numérica para contrastar con la conocida solución analítica del péndulo simple y para mostrar que el modelo es una buena representación de la realidad. El valor de la aceleración de la

gravedad calculado a partir de la frecuencia, la cual se obtuvo mediante un ajuste sinusoidal. El valor obtenido fue de $9.8064 \pm 0.0129m/s^2$, el cual es muy cercano al valor reportado.

Palabras claves: péndulo simple, ecuación diferencial, video análisis, Tracker, Runge-Kutta.

Enseñanza - LXV-004641

11:00-13:00 **Alineación de los componentes de un instrumento óptico** *Alejandro Cornejo Rodríguez (acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;*

Javier Muñoz López (jmunoz@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Guadalupe Flores Serrano (flores@inaoe.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

María Elizabeth Percino Zacarías (epercino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Fermín Salomón Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Ejren Santamaría Juárez (sjefren09@gmail.com), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Uno de los conceptos básicos para el funcionamiento óptico de un instrumento óptico, es que el eje óptico de cada superficie, refractora o reflectora, estén perfectamente alineados con el Sistema Óptico común del instrumento. Satisfaciendo al diseño óptico previamente desarrollado, basado en la formulación de los conceptos de la Óptica Geométrica y Física. Por lo menos el 80% de los instrumentos actualmente en uso, son sistemas ópticos con un solo eje común. Se presentará la formulación de trazo de rayos y método para determinar el eje óptico de componentes.

Enseñanza - LXV-004767

11:00-13:00 **15 causas y 5 mecanismo para generar color** *Abraham Ramsés Velázquez Kraff (abraham.velazquez.kraff@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;*

Sergio Misael Mirazo Solórzano (sergio.mirazo@arjeclub.org), Universidad del Valle de México;

**Fernando Gonzalez Rosas (fer7192@gmail.com), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.*

En este trabajo se explorarán 15 distintas causas (físicas y químicas) en las que puede ser generado el color, las cuales se encuentran divididas en 5 grupos clasificados como: vibración y excitación simple, efectos del campo de ligante, efectos de la órbita molecular, efectos de la banda energética, y, efectos ópticos físico y químicos.

Enseñanza - LXV-004778

11:00-13:00 **Un dibujo dice más que mil palabras: TikZ como una herramienta para realizar diagramas de calidad en L^AT_EX** *Norma Bagatella-Flores (nbagatella@uv.mx), Universidad Veracruzana;*
**Rodrigo Sánchez Martínez (rodrigo96fml@gmail.com), Universidad Veracruzana; *Expositor.*

Gracias a la facilidad de incluir expresiones matemáticas complejas y a la elegancia de sus productos, L^AT_EX se ha convertido en el lenguaje por excelencia para la preparación de todo tipo de documentos académicos dentro del área de la física y la matemática: desde reportes de laboratorio y tesis de grado, hasta artículos científicos. Los que trabajamos en la enseñanza de la ciencia, estamos conscientes de que la presencia de buenos elementos gráficos en nuestros documentos es de gran importancia para precisar conceptos, pero sobre todo para ilustrar ideas que difícilmente se podrían expresar sólo con palabras y ecuaciones, como ocurre frecuentemente en geometría. TikZ es una paquetería de L^AT_EX que permite al autor generar desde figuras básicas, como un círculo o un rectángulo, hasta elementos más complejos como gráficas de funciones matemáticas en tres dimensiones; todo esto dentro del mismo archivo fuente y con una sintaxis simple. Este trabajo pretende ofrecer una visión general de las ventajas y los alcances que podría tener TikZ en la composición de texto científico, principalmente aquél que está dedicado a la enseñanza de la física y las matemáticas.

Enseñanza - LXV-004808

11:00-13:00 **Explicando los materiales magnéticos con el Magnetón de Bohr** *Raúl Riera Aroche (raul.riera@unison.mx), universidad de La habana;*
Lamberto Castro Arce (lamberto.castro@unison.mx), UNISON;

**Carlos Figueroa Navarro (carlos.figueroa@unison.mx), UNISON; *Expositor.*

En el modelo de Bohr para el átomo de hidrogeno, el electrón describe una órbita circular alrededor del núcleo, al calcular la inducción magnética producida por el electrón en el centro de núcleo, resulta en 12.6 Teslas. Luego si se calcula considerando el momento angular cuantizado, se replica el resultado, pero se hace notorio que algo falta ahí . Lo que se desea destacar es que ambos problemas son útiles para explicar el Magnetón de Bohr, mediante el momento magnético y conlleva a presentar el modelo completo que incluye el spin para entender los materiales magnéticos.

Enseñanza - LXV-004833

11:00-13:00 **Transformaciones Galileanas, experimentos didácticos.** Ricardo Agustín Serrano (*ricardo.agustin@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Martín Rodolfo Palomino Merino (*palomino@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Fernanda Sánchez Vargas (*fernanda.sanchezva@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Maximiliano Rodríguez Palacios (*maximiliano.rodriguezpa@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El trabajo realizado tiene como principal objetivo demostrar experimentalmente las transformaciones galileanas mediante dos sencillos experimentos diseñados con el propósito de poder estudiar dos objetos en movimiento en una y dos dimensiones a través de distintos sistemas de referencia, para así determinar sus respectivas velocidades relativas y comprobar que se relacionan de acuerdo con lo establecido en la teoría. No es novedad que dentro de la mecánica clásica las transformaciones galileanas son de las expresiones más fundamentales y elegantes en el área de movimiento relativo, puesto que nos permiten relacionar el desplazamiento de uno o varios cuerpos desde diferentes sistemas de referencia, describiendo así la conexión entre las diversas perspectivas de un mismo suceso. Sin embargo, es llamativa la poca presencia y variedad de ejemplos o demostraciones experimentales sobre dicho tema siendo que estos podrían facilitar la comprensión del concepto al vincular un fenómeno físico con los planteamientos matemáticos. Precisamente por tal razón se vio impulsado el desarrollo de este trabajo, dada dicha necesidad de contar con una representación física de aquellas ideas abstractas. Hablando de los experimentos, el primero basado en lo que cualquier persona ha observado viajando por la carretera, se colocaron dos objetos móviles sobre un mismo riel. Uno de los móviles midió la velocidad relativa del otro durante el recorrido, esto a la par de dos sensores en reposo que medían las velocidades de ambos móviles. El segundo experimento fue diseñado con mayor complejidad teniendo especial interés en mostrar el alcance de la teoría, para esto se usaron dos rieles, el primero colocado arbitrariamente en tanto que el segundo con cierta inclinación respecto a él. Después, en cada carril se colocó un objeto móvil. Se muestran los resultados obtenidos.

Enseñanza - LXV-004928

11:00-13:00 **Experimentos de óptica con el internet de las cosas** Daniel Omar Avila Rojas (*daniel_avila5@ciencias.unam.mx*), UNAM;

Valente Vázquez Velázquez (*valente@ciencias.unam.mx*), UNAM;

Luis Alberto Ramirez Bermudez (*laram@ciencias.unam.mx*), UNAM;

Fernando Ángeles Uribe (*fernando.angeles@gmail.com*), UNAM;

Donají Xóchitl Cruz López (*xochitl.cruz@ciencias.unam.mx*), UNAM;

Erick Barrios Barocio (*e.barrios@ciencias.unam.mx*), UNAM;

*Alan Yoshosua Rodriguez Heras (*yoshosua.fisica@ciencias.unam.mx*), UNAM; *Expositor.

Una problemática educativa generada por la crisis de pandemia en laboratorios de enseñanza fue la necesidad de adaptarse, en la medida de lo posible, para seguir cumpliendo con los programas de enseñanzas. El principal obstáculo enfrentado por los estudiantes fue la falta de acceso a material adecuado y económico para llevar a cabo dichas actividades; esto no solo género que no se completaran los planes de estudio, sino una desigualdad en el aprendizaje. Una alternativa con que se intentó paliar este problema fue mediante el uso de simulaciones; sin embargo, éstas presentan la limitante de plantear situaciones puramente idealizadas, sin la componente de incertidumbre, lo cual es de suma importancia en el ámbito experimental.

En este proyecto se plantea una solución mediante el uso de sensores, microcontroladores y componentes electrónicos conectados al IoT, con el objetivo de realizar experimentos de óptica. El propósito de este proyecto es que el alumno pueda controlar las variables experimentales necesarias y realizar las mediciones vía remota, para que así pueda continuar con su aprendizaje de manera óptima en caso de presentarse otra pandemia o en situaciones que no cuenten con los recursos necesarios.

Este trabajo se enfoca en el experimento de la doble rendija de Young discutiendo su diseño, montaje y uso con el fin presentar un sistema experimental controlado vía remota y su manual de usuario. La implementación consiste en una cámara para capturar el patrón de interferencia generado por diferentes rendijas cuando incide un láser sobre ellas, con lo que el alumno caracterizara el tamaño de las rendijas y encontrara longitudes de onda de láseres, mediante procesamientos de fotografías de patrones de interferencia.

Agradecemos al: Dpto de Física, Taller de control y electrónica, y al proyecto PAPIME - PE108822 el apoyo facilitado al presente trabajo.

Enseñanza - LXV-004962

11:00-13:00 **Calibración de un microscopio de epifluorescencia y primeras observaciones.** Adolfo Ernesto Cordero Borboa (*cordero@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM;

José Reyes Gasga (*jreyes@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM;

Enrique Camarillo García (*cgarcia@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM;

Maria Cristina Flores Jiménez (*cflores@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM;

*Jesús Oswaldo Sorrosa Hernández (*jesusoswaldosorrosa@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

Se presenta el estado actual del proceso de calibración, en el plano focal y en Z, y de caracterización espectral de la lámpara de un microscopio de epifluorescencia para su uso en el estudio de singularidades estructurales en material vítreo, sintetizado en el laboratorio, de metafosfato de magnesio impurificado al 1% con óxido de manganeso y/o cloruro de iterbio así como en muestras humanas de esmalte dental y dentina antes y después de estar expuestas a cloruro de europio. También, se describe el proceso espectrofotométrico previo que se hizo para caracterizar las propiedades ópticas de absorción, excitación y fluorescencia de los especímenes, antes de su análisis bajo el microscopio.

Enseñanza - LXV-005064

11:00-13:00 **Diseño e implementación de plataforma de interacción y visualización remota de experimentos básicos de diversas áreas de la Física experimental.** Erick Barrios Barocio (*e.barrios@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Daniel Omar Avila Rojas (*daniel_avila5@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Valente Vázquez Velázquez (*valente@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Fernando Angeles Uribe (*angel@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Donají Xóchitl Cruz López (*xochitl.cruz@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Luis Alberto Ramirez Bermudez (*laram@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Yaheni Alejandra Labrada Islas (*hojuelit@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Debido al surgimiento del COVID-19, el alumnado de la Facultad de Ciencias se ha visto afectado por la falta de experimentos durante estos últimos semestres, pues la mayoría no cuenta con el material y equipo necesarios para realizar experimentos desde casa, es por ello que proponemos una interfaz de usuario que busca ayudar a los alumnos a reforzar los conocimientos teóricos mediante la experimentación vía remota.

El presente trabajo expone el desarrollo de una plataforma que permite, que tanto profesores como alumnos, visualicen y manipulen vía remota instrumentos para realizar los experimentos de los diversos laboratorios que se imparten dentro de la Licenciatura en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. La plataforma contempla una interfaz en donde el despliegue de video en tiempo real permite al usuario visualizar el experimento, así como un panel de interacción que posibilita la modificación de los parámetros del mismo. Detrás de esta interfaz se plantea el uso de una VPN, conexión a través del protocolo de comunicación de http y uso de raspivid (ya incorporado al sistema operativo Raspbian de una Raspberry Pi) para la implementación del mismo.

Agradecemos al: Dpto de Física, al laboratorio de electricidad, al Taller de control y electrónica, y al proyecto PAPIME -PE108822 por el apoyo recibido para la elaboración de este proyecto.

Enseñanza - LXV-005160

11:00-13:00 **Motor Lineal de Campo Magnético**

Variable Eric Santiago Escobar Aguilar (*e.ezkovar@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana;

Pablo Macías González (*a01368495@itesm.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey;

*Christian Ricardo Cuba Amésquita (*a01771212@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

Los motores lineales son máquinas eléctricas que transforman la energía electromagnética en un movimiento lineal. La ventaja principal, comparado con los sistemas piñón-cremallera, tornillo sin fin o el uso de un sistema de faja y polea, es la facilidad que se posee para controlar el desplazamiento del carrito superior. Otra ventaja es la menor utilización de piezas mecánicas, lo que significa un menor costo en mantenimiento y un mayor tiempo de vida de los componentes. Sus aplicaciones van desde un CNC de tres grados de libertad a trenes que viajan a grandes velocidades.

Debido a esto, gracias al sistema TEC 21, en cinco semanas se logró realizar un motor lineal de campo magnético variable mediante la construcción de diversas bobinas las cuales se calcularon mediante distintas fórmulas relacionadas al electromagnetismo.

Su comportamiento fue analizado gracias a un planteamiento matemático y el empleo del software Matlab para la obtención de gráficas de posición, velocidad y aceleración. Además, estas fueron comparadas con los resultados obtenidos de manera práctica, validando así el modelo.

Enseñanza - LXV-005306

11:00-13:00 **Experimentos remotos en el área de electromagnetismo realizados con instrumentación**

aplicada al Internet de las Cosas (IoT). Daniel Omar Avila Rojas (daniel_avila5@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Erick Barrios Barocio (e.barrios@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Luis Alberto Ramirez Bermudez (laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Fernando Angeles Uribe (angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México;

Valente Vázquez Velázquez (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Donají Xóchitl Cruz López (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Jean Carlo Trejo Sánchez (jeanct@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Derivado del confinamiento ocasionado por la pandemia generada por el SARS COV-2, la enseñanza experimental de las diversas áreas de la física se vió limitada a simulaciones, experimentos demostrativos y a su implementación con lo que contarán en sus hogares los estudiantes,

En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos al implementar un sistema que permite realizar experimentación remota empleando tecnología de vanguardia como el internet de las cosas (IoT), aplicado al estudio de fenómenos electromagnéticos particularmente al estudio del efecto fotoeléctrico y la caracterización de los principales parámetros de las antenas en el intervalo de las radiofrecuencias.

Se provee de la documentación de los diseños, manual del equipo y el manual de operación, así como de los resultados experimentales obtenidos en el estudio de los fenómenos electromagnéticos mencionados anteriormente.

Agradecemos al dpto de Física, al laboratorio de electricidad, al Taller de control y electrónica de la Facultad de ciencias de la UNAM, así como al proyecto PAPIME-PE108822 por el apoyo recibido para la elaboración de este proyecto.

Enseñanza - LXV-005347

11:00-13:00 **Caracterización de un tubo Geiger con conteo de pulsos en una placa Arduino** Dalila Martínez Molina (dalilamm@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Beatriz Elizabeth Fuentes Madariaga (beatriz.fuentes@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Patricia Raquel Avilés Mandujano (pamm@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Jose Carlos Joaquin Altamirano (carlos-joakin7@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Expositor.

Héctor Leonardo Aguilar Hernández (leoteams@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;

Se presenta la caracterización de un tubo Geiger con sensibilidad a radiación gamma y la conexión a una placa Arduino UNO (basada en el microcontrolador ATMEGA328P) para el conteo de pulsos. La caracterización consistió en obtener la curva típica para encontrar el voltaje de operación, así como el tiempo muerto. Ambos parámetros se obtuvieron con módulos de electrónica nuclear y una fuente de Cesio 137. Para utilizar dicho tubo como contador Geiger, se diseñó un circuito amplificador acoplado a la placa Arduino UNO la cual cuenta los pulsos por unidad de tiempo generados por el tubo Geiger y la salida de dicho conteo es desplegada en una pantalla de cristal líquido y registrada en un archivo. Finalmente, se obtuvo la curva característica para encontrar el voltaje de operación con el contador Arduino y se comparó con el adquirido con los módulos de electrónica nuclear.

Enseñanza - LXV-005551

11:00-13:00 **Revisión del Campo Eléctrico de una Partícula Cargada en Movimiento Hiperbólico** Iván Espinoza Bustamante (a218217323@unison.mx), Universidad de Sonora - Departamento de Física;

Roberto Pedro Duarte Zamorano (roberto.duarte@unison.mx), Universidad de Sonora - Departamento de Física;

Arnulfo Castellanos Moreno (arnulfo.castellanos@unison.mx), Universidad de Sonora - Departamento de Física;

*Adolfo Daniel Cabral Espriella (a218222976@unison.mx), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Expositor.

Clásicamente, una partícula bajo la acción de una fuerza constante aumenta su velocidad indefinidamente debido a que su aceleración es constante. Sin embargo, esto contradice el segundo postulado de la Relatividad Especial, derivando en que la partícula se mueve en movimiento hiperbólico, nunca superando la velocidad de la luz. Se obtienen el campo eléctrico de la partícula en movimiento hiperbólico mediante los potenciales de Liénard-Wiechert y se hace una revisión de la ley de Gauss determinando una inconsistencia con lo establecido por ella.

Se hace una corrección al campo eléctrico añadiendo un término que involucra una delta de Dirac con la finalidad de que se cumplan las ecuaciones de Maxwell y se expli-

ca por qué el acercamiento estándar de los potenciales de Liénard-Wichert no funciona. Por último, se explora la posibilidad de abordar este fenómeno mediante el concepto de la radiación de una partícula cargada.

REFERENCIAS:

- [1] Joel Franklin and David J. Griffiths. The fields of a charged particle in hyperbolic motion. *Amer. J. Phys.*, 82(8):755–763, 2014.
- [2] Amos Harpaz and Noam Soker. Radiation from a uniformly accelerated charge. *General Relativity and Gravitation*, 30(8):1217–1227, August 1998.
- [3] Jack Cohn. Hyperbolic motion and radiation. *Amer. J. Phys.*, 46(3):225–227, March 1978.
- [4] Joel Franklin and David J. Griffiths. Erratum: “the fields of a charged particle in hyperbolic motion” [*am. j. phys.* b82/b, 755–763 (2014)]. *Amer. J. Phys.*, 83(3):278–278, March 2015.
- [5] Daniel J. Cross. Completing the Liénard-wiechert potentials: The origin of the delta function fields for a charged particle in hyperbolic motion. *Amer. J. Phys.*, 83(4):349–352, April 2015.
- [6] David J. Griffiths. *Introduction to Electrodynamics*. Cambridge University Press, 2018.
- [7] Edward M. Purcell and David J. Morin. *Electricity and Magnetism*. Cambridge University Press, 2013.
- [8] Andrew Zangwill. *Modern Electrodynamics*. Cambridge Press, 2018

Enseñanza - LXV-005651

11:00-13:00 **Aplicación de la Física en Ciencias Forenses** Julio César Mendoza Rojas (*merojuce@hotmail.com*), Escuela Preparatoria Lázaro Cárdenas; Jesús Iván Mejía Navarro (*jimm2409@gmail.com*), Escuela Preparatoria Melchor Ocampo; *Gabino Corona Patricio (*gcoronap@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro; *Expositor. Luca Tessieri (*luca.tessieri@umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas;

En este trabajo se exponen algunos fenómenos que pueden explicarse por medio de modelos de Física. El primero consiste en estimar el tiempo t transcurrido desde el fallecimiento de una víctima a partir de la temperatura tomada T . El segundo en determinar (con la ecuación de trayectoria de caída libre de un individuo que ha caído desde lo alto de un edificio $y = h + x \tan \theta - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \theta}$) si éste se ha suicidado, sufrió de un accidente u homicidio. El tercero trata de estimar el tiempo que duran los residuos de un arma de fuego en el aire considerando la viscosidad dinámica η del medio. Se presentan gráficas para el análisis de algunos casos típicos.

Enseñanza - LXV-005726

11:00-13:00 **Solución numérica del péndulo doble utilizando las ecuaciones de Euler-Lagrange** Eduardo Ortiz Rascón (*eduardo.ortiz@fisica.uson.mx*), CONACYT - Universidad de Sonora.;

Isidoro López Miranda (*isi.lm@hotmail.com*), Departamento de Física, Universidad de Sonora.;

Francisco Eduardo Rojas González (*francisco.rojas@unison.mx*), Departamento de Física, Universidad de Sonora;

*Francisco Eliu Gutierrez Ruiz (*a218209173@unison.mx*), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.

En la física clásica el uso del péndulo como sistema dinámico es un punto de referencia para la solución de un sistema lineal, por ello la utilización de dos péndulos acoplados es un punto de partida para demostrar soluciones no lineales. En este trabajo se resuelve un péndulo doble, el cual se conforma de dos péndulos rígidos acoplados. En la teoría del caos en el sistema antes mencionado, se indica que pequeñas perturbaciones pueden llevar a grandes cambios en los resultados de las variaciones. En el presente trabajo se estudian las características donde influye en gran parte la teoría del caos en un sistema físico. Se realiza un análisis sobre la dinámica del péndulo doble a partir del cual se muestra una descripción del movimiento empleando las ecuaciones de Euler-Lagrange. El modelo describe a un péndulo que tiene un comportamiento caótico entre dos órbitas con condiciones iniciales cercanas, utilizando un método numérico que resuelve las ecuaciones diferenciales obtenidas de Euler-Lagrange. Como resultado se obtiene la descripción del movimiento empleando como apoyo el lenguaje de programación FORTRAN. Finalmente se compara la variación del movimiento de varios péndulos dobles mediante una simulación utilizando la herramienta GEOGEBRA.

Enseñanza - LXV-005809

11:00-13:00 **Proyecto Conexiones: Propuesta interdisciplinaria en la Preparatoria Santa Teresa ciclo 2021-2022** Héctor Ramírez García (*hector.ramirez@lasallistas.org.mx*), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Salvador Javier Amado Juárez (*salvador.amado@lasallistas.org.mx*), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

Perla Karina Peña Prado (*perla.pena@lasallistas.org.mx*), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa;

*Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero (*cuauhtli.86@gmail.com*), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.

El Proyecto Conexiones está dirigido a todos los profesores y directivos de las instituciones académicas con estudios incorporados a la UNAM a nivel Medio Superior [1]. Dicho proyecto tiene como objetivo promover la reflexión y

el intercambio de experiencias sobre el trabajo interdisciplinario, así como la planeación de actividades a partir de dicha propuesta, para conformar un proyecto con el fin de implementarlo durante el mismo ciclo escolar en que se planea [1]. Con la intención de cumplir con dicho objetivo, con alumnos de sexto grado (área 1) de preparatoria durante el ciclo escolar 2021-2022, se recurrió a la teoría conectivista del aprendizaje [2] para definir un proyecto interdisciplinario que contempló a las asignaturas Física IV, Química IV y Matemáticas IV. Este proyecto interdisciplinario se centra en la enseñanza de tres fuentes de energía renovable: energía de hidrógeno, energía eólica y energía solar [3]. De forma particular la asignatura de Química IV desarrolla los principios de aplicación para la energía de hidrógeno, Física IV se compromete con las energías solar y eólica, mientras que Matemáticas IV desarrolla los principios de cálculo diferencial necesarios para la obtención de la potencia mecánica de una energía renovable [4]. Como producto final los alumnos crean un cartel científico que es presentado y retroalimentado en las sesiones virtuales de la feria de Ciencias (Innovafest 2022).

[1] DEGIRE. (2021). Carta descriptiva. Proyecto Conexiones. Disponible en: <https://conexiones.dgire.unam.mx/ques-conexiones/>

[2] Gutiérrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas, y posibles limitaciones. *Revista Educación y Tecnología*. No 1. pp. 111-112.

[3] Piñón, J. (2014). *Energías Renovables La Única Solución*. México: De La Salle Ediciones.

[4] Martínez, C. et al. (2021). Laboratorio de Investigación Didáctica en Energías Renovables Aplicación COVID 19 (Proyecto LIDERA). Reto COVID 19 Universidad La Salle.

Enseñanza - LXV-005818

11:00-13:00 Estrategias para la enseñanza de física en la licenciatura en fisioterapia *María De Jesús Jiménez González (mj.jimenez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;*

Jose Maria Alcala Silva (jm.alcalasilva@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

**Alejandra Alicia Silva Moreno (aa.silva@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

El profesional en fisioterapia se encarga de desarrollar, mantener y rehabilitar las deficiencias funcionales de las personas con desordenes o pérdidas de la movilidad, cuando la función del movimiento es afectada por una lesión, enfermedad u otros factores ambientales. Por lo que debe es muy importante la comprensión de los conceptos básicos de física de temas de mecánica, fluidos, termodinámica, electricidad, magnetismo, óptica, entre otros.

En este trabajo se presentan diversas estrategias de enseñanza utilizadas, para lograr la comprensión de la física en los estudiantes de la Licenciatura en Fisioterapia; se desa-

rollaron partiendo de diagnosticar los conocimientos previos e implementando diversas actividades que promueven la comprensión por medio de la organización y relación de la información, así como estrategias grupales que favorecen el aprendizaje de los estudiantes, además se realiza una discusión acerca de las técnicas didácticas para favorecer aprender a aprender.

Enseñanza - LXV-005833

11:00-13:00 Mental Link v.3.0: Robótica Aplicada *Lamberto Castro Arce (lamberto.castro@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur;*

Lucio Guadalupe Quirino Rodríguez (ojeda_711@hotmail.com), Universidad Autónoma de Occidente , campus Mazatlán Sinaloa.;

Aziel Ibar Melara Sereno (ojeda_711@hotmail.com), Universidad Autónoma de Occidente , campus Mazatlán Sinaloa.;

Juan Alberto Ojeda Amador (jсона365@gmail.com), Universidad Autónoma de Occidente , campus Mazatlán Sinaloa.;

Ángel González Navarrete (angel.glez.60@gmail.com), Universidad Autónoma de Occidente , campus Mazatlán Sinaloa.;

**Juan Carlos Ojeda Alarcón (ojeda_711@hotmail.com), Universidad Autónoma de Occidente , campus Mazatlán Sinaloa.; *Expositor.*

MENTAL LINK es un proyecto de robótica que busca facilitar la enseñanza de la robótica y así ayudar a desarrollar las habilidades psicomotrices, de razonamiento y lógica en los estudiantes y a la vez despertar la conciencia ecológica en ellos a través de la elaboración de robots con material reciclado, lo que traerá como consecuencia su atención hacia el problema del reciclaje en la comunidad, además con este proyecto buscamos aumentar el interés por la investigación y la ciencia en los estudiantes desde temprana edad.

Mediante MENTAL LINK le damos la oportunidad al usuario de poder controlar o mover diferentes objetos mediante el uso de señales mentales controladas por una diadema y un receptor conectado a diferentes dispositivos. El proyecto está enfocado al área educativa, a la ambiental y a la salud, esto con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas.

1,*Estudiante del PE de Ingeniería en Software.

Enseñanza - LXV-005876

11:00-13:00 Una analogía de la propagación de ondas gravitacionales usando un barquito Pop-Pop. *Adrián Arturo Huerta Hernández (adrian.huerta@gmail.com), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;*

Miguel Angel Cruz Becerra (*miguelcruz02@uv.mx*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

*Miguel Kolteniuk Mares (*zs17012465@estudiantes.uv.mx*), FACULTAD DE FISICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA; *Expositor.

En el presente trabajo se explora la idea de usar las ondas de un barquito Pop-Pop, para ilustrar propagación de ondas gravitacionales generadas por la colisión de agujeros negros. El barco Pop-pop se ha usado en la sección de Termodinámica en la cocina del Laboratorio de Materiales Blandos 'Portable' en los talleres de ciencias a distancia debidos al aislamiento por Covid19. Observando las ondas generadas durante los sonidos característicos del barquito, pensamos que podrían usarse como modelo didáctico para explicar cómo se propagan las ondas gravitacionales en el espacio, en este caso tanto en el agua como en el aire. Curiosamente encontramos que las señales acústicas obtenidas presentan un comportamiento caótico.

Enseñanza - LXV-005944

11:00-13:00 Una interpretación física de la constante de interacción débil en unidades de eV-fm³ *José Manuel Rivera Rebollo (*riverareb7@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Albino Hernández Galeana (*albinohega@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional;
Ricardo Gaitan Lozano (*rgaitan@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

En este trabajo se da una interpretación a la constante de interacción débil que en unidades cgs es $G \approx 10^{-49}$ erg-cm³, pero que cuando se expresa en unidades mucho menores queda del orden de 60 eV-fm³, la cual es una cantidad más accesible de apreciar. De tal manera que el valor numérico de G repartido en el volumen de un núcleo de radio de unos 4 fm equivaldría a tener una energía en ese núcleo de ≈ 1 eV, cantidad mucho menor que la energía de enlace nuclear o la de un estado excitado, dando así una idea más tangible de la pequeñez, en este caso energética, de G; esta idea también se puede extender a la constante de interacción fuerte. Como se puede ver, G transfiere su reducido valor a las unidades, quedando el nuevo de 60 mucho más fácil de concebir.

Enseñanza - LXV-005958

11:00-13:00 Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo a través del diseño de prototipos de aplicación de la física *Dáriel Yáred López Muñoz (*dlopezm1808@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Mario Humberto Ramírez Díaz (*mramirez@ipn.mx*), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional;

Laura Muñoz Salazar (*lmunozs@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional;

Se presentan los resultados de la implementación del diseño y construcción de prototipos, que muestren la aplicación de los conocimientos de la asignatura de física para solucionar problemas de la vida real, dentro de las actividades del curso de Mecánica y electromagnetismo del primer semestre de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Se realiza el seguimiento a través de bitácora electrónica durante la fase de generación de la idea, concreción y finalmente construcción a escala del prototipo, se analizan los procesos y avances del equipo de manera cualitativa mediante entrevista y observación documentada, y cuantitativamente a través de rúbrica para medir logros; y las habilidades de pensamiento crítico y creativo alcanzadas mediante un subtest basado en la batería de Torrance (TTCT) y Facione (CCTDI).

Enseñanza - LXV-005996

11:00-13:00 Radiación de Frenado en Física Médica Delanie Sugey Barco Melendrez (*delanybarco@gmail.com*), Universidad Estatal de Sonora;

Temístocles Mendivil Reynoso (*temistocles.mendivil@unison.mx*), Universidad de Sonora;

Luis Patricio Ramírez Rodríguez (*luis.ramirez@unison.mx*), Universidad de Sonora;

*César Omar Ramírez Álvarez (*cesaromarramirezalvarez@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los aceleradores lineales utilizados en Física Médica emplean energías del orden de MV, dependiendo del tratamiento es común emplear 6, 10 y hasta 15 MV. En este rango de energía se producen rayos X, utilizando el fenómeno de radiación de frenado.

Con el objetivo de mostrar una aplicación de la física en el ámbito de la salud, en este trabajo se presenta la generación de la radiación de frenado mediante electrodinámica clásica, tanto a bajas como a altas velocidades, así como mediante la segunda cuantización.

Enseñanza - LXV-006018

11:00-13:00 El internet de las cosas como herramienta para la enseñanza de la física *Paloma Alejandra Vilchis León (*paloma.vilchis@gmail.com*), Universidad Iberoamericana; *Expositor.

Con la pandemia, surgió la necesidad de utilizar alternativas para la realización de las prácticas desde casa y con materiales de bajo costo. Este trabajo plantea el uso de dispositivos del internet de las cosas como tabletas o teléfonos celulares para obtener mediciones de temperatura, presión, fuerza g, velocidad, campo magnético, como un medio de enseñanza e integración tecnológica.

Otra alternativa fue el uso de microcontroladores como Arduino o microcomputadoras como Raspberry Pi para la construcción de un laboratorio remoto.

Enseñanza - LXV-006076

11:00-13:00 **Termodinámica de Plasmas** José De Jesús Araiza Ibarra (araiza@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Jesús Antonio Fernández Saldaña (jesus.fernandez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El colonizar el universo es una de las ideas que a un sector de la humanidad le es de

interés por diversas situaciones en particular sin embargo encontrar un motor adecuado para largos

viajes interestelares es un poco complicado, las características que posee el plasma junto con la fusión

nuclear constituyen un nuevo campo de investigación, que busca crear no solo un motor adecuado si

no un sistema energético capaz de proteger y ayudar a cosmonautas en el espacio exterior, al final del

día cuando el hombre no encuentra respuestas, observa al cielo anhelándolas. En el presente trabajo

se ilustran las aplicaciones tecnológicas que tiene el plasma en la actualidad, así como la

termodinámica del plasma en un estado idealizado.

Estado Sólido - LXV-004490

11:00-13:00 **Dinámica de red y acoplamiento electrón-fonón en $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$: efectos del magnetismo** Omar De La Peña Seaman (oseaman@ifuap.buap.mx), Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*José Andrés Núñez Ávila (josenunezfs@gmail.com), Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se presenta un estudio del efecto del magnetismo en la dinámica de red y el acoplamiento electrón-fonón de la solución sólida $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$ en la estructura no-centrosimétrica B20. Para ello, se han realizado cálculos de primeros principios, mediante la teoría perturbativa del funcional de la densidad (DFPT), usando el método de pseudopotenciales con bases mezcladas (MBPP) en dos diferentes fases: no-magnética (NM) y ferromagnética (FM). En particular, se analiza la evolución del momento magnético en función de la concentración de Co en la solución sólida, y su conexión con los cambios inducidos en las frecuencias fonónicas, poniendo especial énfasis en el linewidth fonónico para direcciones específicas de alta simetría y diferentes rangos de frecuencia, con el fin de determinar la influencia del magnetismo en la dinámica de red.

Estado Sólido - LXV-004622

11:00-13:00 **Metodología mediante refinamiento Rietveld y Fluorescencia de rayos X para cuantificar Zinc de una muestra mineral de roca de Hemimorfita ($\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)** Eric Mauricio Rivera Muñoz (emrivera@fata.unam.mx), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada;

Carmen Leticia Peza Ledesma (cpeza@fata.unam.mx), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada;

Cristy Leonor Azanza Ricardo (cristy_azanza@fata.unam.mx), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada;

Beatriz Marcela Millán Malo (bmillan@fata.unam.mx), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada;

*Laura Aline Modesto Campa (alline1997@outlook.com), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.

La Hemimorfita es un hidroxilicato de Zinc hidratado que es común en las minas de Chihuahua y Durango, México. Es industrialmente explotado debido a su rentabilidad económica pues contiene una gran cantidad de Zinc (54%). En particular es utilizado como materia prima para añadirlo como elemento minoritario en los fertilizantes, por lo que cuantificar su contenido en un producto final de este tipo es de suma importancia. Una de las técnicas más comunes para este propósito es la espectroscopía por fluorescencia de rayos X. En general, los diferentes minerales de una roca rica en zinc contienen diversos compuestos como silicatos, óxidos y carbonatos, además de otros minerales, lo cual hace el análisis cuantitativo tanto por DRX como por FRX un proceso complejo. Para afrontar el problema se diseñó una metodología que permite estudiar el error en la cuantificación de Zn por FRX; este análisis consiste en realizar un refinamiento Rietveld de un patrón de DRX de Hemimorfita pura y comprando los resultados de ambas técnicas y, posteriormente, repitiendo un procedimiento similar para diversas mezclas de Hemimorfita con porcentajes conocidos de ZnO. En este trabajo se presentan los resultados de este estudio, se explican las diferencias obtenidas y se propone la continuación de la metodología añadiendo otros compuestos como carbonatos de Zn.

Estado Sólido - LXV-004657

11:00-13:00 **Transición de fase magnética en función de la presión en FeGe: un estudio de primeros principios.** Omar De La Peña Seaman (oseaman@ifuap.buap.mx), Departamento de Física Aplicada Cinvestav Unidad Mérida;

*Raul Alfonso Tonacatl Monez (raul.tonacatl@hotmail.com), Instituto de Física 'Ing. Luis Rivera Terrazas', Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se presenta un estudio de la evolución de las propiedades estructurales y electrónicas en el compuesto FeGe, con estructura B20 no-centrosimétrica, en función de la presión, para dos diferentes fases magnéticas: no-magnética (NM) y ferromagnética (FM). Se han realizado cálculos de primeros principios mediante la teoría del funcional de la densidad (DFT), usando el método de pseudopotenciales con bases mezcladas (MBPP). Se analizan las propiedades estructurales (volumen y módulo de compresibilidad) para obtener la ecuación de estado p-V de cada sistema (NM y FM) y poder calcular la presión de transición de fase magnética a no-magnética. Para diferentes valores de presión, se calculan la densidad de estados y estructura de bandas, obteniendo una contribución mayoritaria de los estados Fe(d), mientras que la contribución minoritaria de los estados Ge(s) y Ge(d) cambia a medida de la presión aumenta, pero solo para uno de los canales de espín. Finalmente, se observa una transición de estado metálico a semiconductor para presiones mayores a la presión crítica.

Estado Sólido - LXV-004672

11:00-13:00 Estudio estructural del sistema $YBa_4Fe_3O_{11-\delta}$ dopado con Mn. *Richard Falconi Calderón (richart.falconi@ujat.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;*

José Luis Benítez Benítez (jose.benitez@ujat.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Mauri Solórzano Valencia (m.solorzano.ujat@gmail.com), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO;

Jeni Elizabeth Bautista Pérez (jenibautista1211@gmail.com), Colegio de Bachilleres de Tabasco No.08;

**José Emilio Hernández López (191a12004@alumno.ujat.mx), Colegio de Bachilleres de Tabasco No.14; *Expositor.*

José Adrián Rodríguez Mayo (jadrianrodriguez0@gmail.com), Centro de Bachilleres Tecnológico Industrial y de Servicios No. 32;

El compuesto $YBa_4Fe_3O_{11-\delta}$, es un material cerámico de estructura cristalina cúbica (grupo espacial Pm3) con parámetro de red $a = 8.1$. Este sistema resulta de sustituir completamente el Cu por Fe en $YBa_4Cu_3O_8$. En este estudio se analiza la variación estructural, especialmente parámetros de red y ángulos de la celda cristalina que resulta del dopaje con Mn en el sitio del Fe. Se determina el límite de solubilidad del Mn en la estructura. La síntesis de las muestras se realiza por el método de reacción en estado sólido. Mediante difracción de RX de muestras policristalinas (Difractómetro D8 Advance) se evalúan cuantitativamente las fases presentes, así como los datos estructurales. El análisis termogravimétrico de la muestra inicial revela la temperatura ideal de síntesis del sistema. Se compara la estructura y propiedades del compuesto $YBFO_{11}$ al ser dopado con diferentes átomos.

Estado Sólido - LXV-004792

11:00-13:00 Efecto de la electrodeposición de Cu sobre las propiedades magnéticas de hexaferrita de Sr con estructura porosa **Fabiola Jacqueline Santos López (fabiola.j.santos@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

Javier Gustavo Cabal Velarde (javier.cabal.velarde@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (azdlobo@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

En este trabajo se estudió el efecto que el recubrimiento de cobre (Cu) produce sobre las propiedades magnéticas de la hexaferrita de estroncio (SrM). La hexaferrita de estroncio es fabricada utilizando el método de reacción en estado sólido, y la estructura porosa se obtuvo usando el método de réplica a partir un patrón de una esponja de poliuretano. El recubrimiento de cobre se realizó empleando electrodeposición química. Al ser la hexaferrita de estroncio un material no conductor, se determinaron los parámetros óptimos que permitieron la electrodeposición sobre las paredes de sus poros. Las propiedades magnéticas de la SrM fueron cambiadas debido a la fuerte interacción entre el Cu y la SrM, lo cual promovió un acoplamiento de los momentos magnéticos de los átomos en la superficie. Las propiedades magnéticas del material compuesto son fuertemente dependientes de la cantidad de cobre depositado. La coercitividad (H_c) y el radio de magnetización de remanencia (M_r/M_s) tienden a incrementar hasta un radio en pesos Cu/SrM = 0.5. Las curvas dM/dH (SFD) indican la presencia de dos contribuciones magnéticas desacopladas. El cobre fija los momentos magnéticos del hierro en la superficie, incrementando el campo de inversión de la magnetización de las partículas, mientras que en el interior de las partículas la magnetización rota fácilmente, dando como resultado un ensanchamiento en la curva SFD.

Estado Sólido - LXV-004875

11:00-13:00 Escaleras de Wannier-Stark en Oscilaciones Flexionales Gobernadas por la Ecuación de Timoshenko-Ehrenfest *William Javier Rodríguez Cruz (fisica326@gmail.com), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla;*

Jose Concepción Torres Guzmán (concepcionysimplicidad@gmail.com), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla;

**Alfredo Díaz De Anda (adiaz@ifuap.buap.mx), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo se presenta un análogo del fenómeno cuántico de las Escaleras de Wannier-Stark (EWS), en sistemas elásticos 1D, en vigas de aluminio, que presentan oscilaciones flexionales gobernadas por la ecuación de Timoshenko-Ehrenfest. Con un razonamiento similar al utilizado en ondas torsionales, abordamos las ondas flexionales, cu-

yo formalismo es descrito por dos ecuaciones diferenciales acopladas de segundo grado, en contraste con las vibraciones torsionales que se rigen por la ecuación de onda. El comportamiento exótico del espectro de frecuencias como función de la longitud, en una viga con sección transversal rectangular uniforme y la naturaleza de la ecuación de Timoshenko-Ehrenfest ponen de manifiesto el reto que constituye la observación de las EWS en ondas flexionales, el cual en este trabajo es resuelto de forma teórica y experimental. En este sentido y por primera vez, un espectro de frecuencias con espaciamiento constante y sus eigenfunciones asociadas bien localizadas emerge de forma natural en un sistema que no es gobernado por la ecuación de onda.

Estado Sólido - LXV-004930

11:00-13:00 Cristales fotónicos Dieléctrico-Grafeno 1D con Celda Unitaria Bi-periódica *Jesús Madrigal Melchor (jmadrim@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia-Universidad Autónoma de Zacatecas;*

Ireri Aydée Sustaita Torres (ireri.sustaita@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica-Universidad Autónoma de Zacatecas;

David Ariza Flores (david1cool@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

José Samuel Pérez Huerta (jsperez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia-Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Arsenio Sánchez Arellano (asanchezlumat@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia-Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

En este trabajo investigamos la estructura de bandas fotónicas, la relación de dispersión, así como los espectros de transmisión para un cristal fotónico dieléctrico-grafeno unidimensional de celda unitaria bi-periódica. La celda unitaria consta de N_1 y N_2 láminas de grafeno incrustadas en medios dieléctricos isotrópicos, que se unen para formar una sola celda unitaria, donde el potencial químico para las N_1 láminas de grafeno es μ_a y para las N_2 láminas de grafeno es μ_b . Las bandas fotónicas, la relación de dispersión y los espectros de transmisión de ondas electromagnéticas incidentes se calculan empleando el formalismo de matriz de transferencia; además, se implementa la conductividad óptica del grafeno teniendo en cuenta tanto las contribuciones intra como interbanda. Encontramos que esta estructura fotónica bi-periódica muestra una división de las bandas fotónicas en comparación con el cristal fotónico de grafeno dieléctrico unidimensional convencional, además, este tipo de estructura óptica muestra estados permitidos en la región de banda prohibida de baja frecuencia inducida por el grafeno, lo anterior es debido a la no homogeneidad en la celda unitaria. Finalmente encontramos que los estados permitidos que surgen se pue-

den ajustar a través de los valores del potencial químico en las láminas de grafeno

Estado Sólido - LXV-005113

11:00-13:00 Relación microestructural y de dureza en la unión de acero inoxidable 304 mediante un proceso robotizado **José Antonio Zamora Núñez (joseantonio.zamora@upaep.edu.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; *Expositor.*

Argelia Fabiola Miranda Pérez (argeliafabiola.miranda@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla;

Izbeth Hernández López (izbeth.hernandez@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla;

La automatización de parámetros es de suma importancia en procesos de manufactura industrializados. Actualmente la unión por soldadura sigue siendo uno de los procesos de fabricación más empleados en nuestro país, principalmente por la industria automotriz. A fin de lograr tiempos adecuados de producción, buena calidad de los componentes con repetibilidad del proceso, se ha adoptado por automatizar o robotizar los procesos de fabricación. El proceso de soldadura por arco metal y gas (GMAW, por sus siglas en inglés), empleado en modo manual, semiautomático y robotizado, ha sido elegido para su evaluación en un robot industrial con el fin de obtener juntas sanas y de buena calidad. Este es un proceso que emplea metal de aporte y gas de protección a fin de reducir defectos en la unión. En este trabajo de investigación se empleó el proceso GMAW robotizado para la unión de acero inoxidable austenítico 304 y ver los cambios en estado sólido de la junta, y así relacionarlo con una de sus propiedades mecánicas.

Estado Sólido - LXV-005225

11:00-13:00 Síntesis por el método de sales fundidas y caracterización estructural de los pirocloros $\text{Eu}_3\text{-xRu}_1\text{+xO}_7$ con $x = 0.0, 0.2$ y 0.4 *Martín Romero Martínez (mromero@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM;*

Adriana Benitez Rico (beniadriana@gmail.com), Universidad La Salle;

Raúl Escamilla Guerrero (raulleg@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM;

Jaime Eugenio Antonio Pallares (jaime.antonio.gin2017@gmail.com), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. Av. Santa Ana 1000, Ciudad de México, 04440, México;

Hector Muñoz Gonzalez (hector.munoz.gin.2018@gmail.com), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. Av. Santa Ana 1000, Ciudad de México, 04440, México;

Eugenia Paola Arévalo López (*paola.arevalo@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM;
José Luis Rosas Huerta (*joseluis_rosas@comunidad.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM;
*Maria Antonieta Pedraza (*bellatrixlestrangemalfoy3@gmail.com*), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

Los pirocloros de rutenio son materiales tecnológicamente importantes debido a que pueden ser utilizados como catalizadores, electrocatalizadores y componentes conductores en resistencias de película gruesa [1]. Sus propiedades electrónicas son de interés intrínseco, ya que los electrones 4d del Ru se encuentran en el límite entre el comportamiento itinerante y el localizado. El sistema pirocloro A₂Ru₂O₇ (A = Y, Bi, Pb, Tl, etc.) tiene una estructura cúbica centrada en las caras (grupo espacial Fd3m) a temperatura ambiente [2].

Los pirocloros de tierras raras muestran una gran diversidad de propiedades, ya que pueden ser utilizados como aislantes eléctricos y semiconductores de baja energía de activación, además, del diamagnetismo, paramagnetismo y ferromagnetismo [3]. En particular los óxidos de pirocloro de rutenio A₂Ru₂O₇ se han estudiado ampliamente por su conductividad y actividad catalítica [3].

En este trabajo se sintetizan muestras de los pirocloros Eu_{3-x}Ru_{1+x}O₇ con x = 0.0, 0.2 y 0.4, por el método de sales fundidas, el cual reduce el tiempo de calcinación y la temperatura requerida; la caracterización estructural se lleva a cabo con la técnica de rayos X, además, se implementó el método de Rietveld para el refinamiento de la estructura cristalina.

[1] Subramanian, M., Aravamudan, G., & Rao, (1984). Chem Inform Abstract: Oxide Pyrochlores - A Review. Chemischer Informationsdienst, 15(10). doi: 10.1002/chin.198410

[2] Greedan, J.E., Geometrically frustrated magnetic material. Journal of Material, Chemistry, 2001, II, p.37-53p.

[3] Kanno, R., Takeda, Y., Yamamoto, T., Kawamoto, Y., & Yamamoto, O. (1993). Crystal Structure and Electrical Properties of the Pyrochlore Ruthenate Bi_{2-x}Y_xRu₂O₇. Journal of Solid State Chemistry, 102(1), 106-114.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo proporcionado por el proyecto DGAPA-UNAM IN100222 y IA105121. J. E. Antonio agradece el apoyo de CONACyT y BEIFI-IPN. El apoyo de F. Sarmiento y A. Tejada-Cruz.

Estado Sólido - LXV-005272

11:00-13:00 **Detection of high-order Lamb waves using an end-face injection of ultrasonic pulses**

Betsabe Manzanares Martínez (*betsabe.manzanares@unison.mx*), Universidad de Sonora;

*Jesus Manzanares Martínez (*jesus.manzanares@unison.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

In this work, we report the time-of-flight detection of high-order Lamb waves by using an end-face injection of ultrasonic pulses in plates. We used two piezoelectric transdu-

cers attached to the opposite edges of a rectangular plate. We applied the Short Time Fourier Transform (STFT) to determine the time-of-flight. Likewise, we compare the contours of the STFT on the time-frequency spectrogram with the theoretical time-of-flight. This technique defines a broadband map for multiple Lamb waves on the same experimental run. We have found clear evidence not only of the lowest symmetric and antisymmetric modes (S_0 and A_0) but also of higher order modes (S_1 , A_1 , and S_2).

Estado Sólido - LXV-005343

11:00-13:00 **Efectos de la pasivación Hidrógeno + Halógeno en las propiedades electrónicas y mecánicas de carburo de silicio poroso: Un estudio DFT.**

Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán;

Álvaro Miranda Durán (*amirandad.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán;

Fernando Salazar Posadas (*fsalazar.posadas@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán;

Marbella Calvino Gallardo (*mcalvino@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán;

Alejandro Trejo Baños (*alejandrtb13@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán;

*Ricardo Bermeo Campos (*rick.berm.38@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacán; *Expositor.

El carburo de silicio (SiC) ha sido empleado desde hace años en la industria electrónica como semiconductor, y se prefiere en ciertas aplicaciones debido a sus propiedades como alto punto de fusión, alta dureza y resistencia térmica entre algunas otras. En las últimas décadas, ha existido un gran interés en estudiar las nanoestructuras de SiC, entre ellas encontramos al carburo de silicio poroso (pSiC). En este trabajo se han propuesto 4 tipos de poros, un par con una superficie completamente de carbono y silicio, y otro par con un desbalance de átomos, generando así superficies ricas en carbono y silicio. Para modelar los poros se partió de un cristal de 3C-SiC y se generó una supercelda, después, se le retiraron átomos en la dirección 001 y se pasivaron los enlaces sueltos con hidrógeno, posteriormente se sustituyeron algunos átomos de H con Flúor y Cloro. Los resultados muestran que tanto la naturaleza del poro como la pasivación influyen en las propiedades que se observan, tanto mecánicamente como en la parte electrónica, en esta última se nota un crecimiento de la brecha prohibida cuando existe una concentración mayor de carbono respecto a los casos con silicio. Respecto a las propiedades mecánicas, se observa que los casos ricos en carbono y silicio presentan un módulo de Young parecido, y en los casos con superficie completa de carbono y silicio se observan diferencias notables.

11:00-13:00 EFECTO CAÓTICO POR PARTÍCULAS CARGADAS EN UN CONDENSADOR ELÉCTRICO CON INCLUSIONES CILÍNDRICAS

Héctor Pérez Aguilar (*hiperezag@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Hugo Alva Medrano (*hugoalva9@gmail.com*), Instituto Tecnológico de Morelia;

Adriana Rojas Sánchez (*arojas@cicese.edu.com.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Alejandro Bucio Gutiérrez (*1207258b@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Karla Ivonne Serrano Arévalo (*kiserrano@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Casandra Herrejón Calderón (*casandraherrejon@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se estudia el comportamiento de los efectos caóticos de partículas cargadas en un condensador eléctrico con inclusiones cilíndricas circulares bajo la influencia de un campo de potencial electrostático inhomogéneo. Este sistema está compuesto por superficies conductoras plano paralelas de extensión infinita con un arreglo periódico de inclusiones cilíndricas. Para abordar este problema se hace uso de dos técnicas numéricas, conocidas como el Método de la Ecuación Integral y el Método de Diferencias Finitas. De esta manera, para representar la dinámica de las partículas dentro del condensador se calculan los mapas de Poincaré correspondientes en un espacio fase que forman las trayectorias de las partículas, considerando diferentes parámetros del sistema en cuestión. Obteniendo que, bajo ciertas condiciones, nuestro sistema de estudio presenta un comportamiento caótico, similar a sistemas clásicos con geometrías análogas como lo son los billares de Sinai. El estudio de este sistema permite tener posibles aplicaciones con esquemas de encriptación de la información.

Estado Sólido - LXV-005421

11:00-13:00 Pruebas mecánicas de tracción y dureza en probetas de resina con inclusiones de Cu y PE

Mario Enrique López Medina (*marioenrique.lopez@upaep.mx*), UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA;

Izbeth Hernández López (*izbeth.hernandez@upaep.mx*), UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA;

Pablo Marco Trejo García (*pablomarco.trejo@upaep.mx*), UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA;

Georgina Zeron Cabrera (*georgina.zeron@upaep.mx*), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla;

Ricardo Alexis Luna Villegas (*ricardoalexis.luna@upaep.edu.mx*), UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA;

*Fidel Alejandro Montiel Flores (*fidelalejandro.montiel@upaep.mx*), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; *Expositor.

Se hizo una optimización de experimentos con 2 factores y 3 niveles para probetas de resina cristal con trazas de lima dura de cobre y polímero (PE) variando la concentración en peso de estas hasta el 5%. Posteriormente se estudiaron los efectos de las trazas bajo pruebas de tracción y dureza. A partir de estas pruebas, para cada probeta se determinó el módulo de elasticidad, la dureza, el esfuerzo de cedencia y fractura. Asimismo, se estudiaron los defectos estructurales superficiales de las probetas usando un microscopio óptico. Como resultado de este experimento se pudo identificar la concentración porcentual en peso de inclusiones que da lugar a un material más duro, más resistente o más elástico.

Estado Sólido - LXV-005451

11:00-13:00 Efectos de la deformación biaxial y uniaxial sobre las propiedades estructurales y electrónicas de grafeno con impurezas de hidrógeno: un estudio de primeros principios

Romeo Humberto De Coss Gómez (*romeo.decoss@cinvestav.mx*), Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional;

Juan Hernández Tecorralco (*jhdztecorralco@gmail.com*), Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional;

*Adrian Montero Rangel (*adrian.montero@cinvestav.mx*), Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Resumen:

Estudios previos han mostrado que la quimisorción de hidrógeno sobre grafeno genera un cambio de hibridación en los orbitales de sp^2 a sp^3 , ocasionando la desaparición de un orbital P_z de una manera efectiva, lo cual induce momentos magnéticos. Por otro lado, trabajos teóricos han demostrado que la deformación podría contribuir a un cambio significativo en las propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de grafeno con impurezas sustitucionales. En este trabajo, analizamos los resultados del estudio de las propiedades estructurales y electrónicas del sistema de grafeno con impurezas de hidrogeno quimisorbido, bajo deformación biaxial y uniaxial en las direcciones armchair y zigzag, a través de cálculos de primeros principios basados en la teoría del funcional de la densidad, tal como se implementa en el código SIESTA. Para el sistema en equilibrio con una supercelda 8×8 obtuvimos que las distancias C-H y C-C, para los primeros vecinos son de 1.13 Å y 1.50 Å, respectivamente, generando un ángulo de enlace C-C-H de 102.94 y un ángulo C-C-C de 115.14. Así, la evolución de estos parámetros estructurales y el

grado de hibridación como función de la deformación biaxial y uniaxial en el intervalo 0-10 %, muestra que para la deformación biaxial el enlace H-C se mantiene cercana a una hibridación de tipo sp³, mientras que para la deformación uniaxial en la dirección armchair se aproxima a una hibridación del tipo sp². Con respecto a las propiedades electrónicas, se encontró que la densidad de estados y la estructura de bandas bajo deformación biaxial y uniaxial presentan un estrechamiento en los estados, asociado al aumento en las distancias interatómicas de los átomos de carbono. La banda de impureza también presentó un cambio de 17 a 89 meV, lo que sugiere un comportamiento magnético robusto ante deformaciones, de acuerdo al análisis basado en el modelo de Stoner para banda angosta.

Estado Sólido - LXV-005524

11:00-13:00 **Una retrospectiva a los pirocloros metálicos como electrocatalizadores OER para la descomposición del agua y la utilización de hidrógeno como combustible.** *Beatriz Elizabeth Fuentes Madañaga (beatriz.fuentes@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física;*

Sergio Alfonso Pelayo Escalera (sape@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física;

**José Antonio López Aranda (jose.9923@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física; *Expositor.*

Uno de los problemas más importantes de la actualidad es la generación de energía renovable sobre la generada por los combustibles fósiles, en este contexto se ha trabajado durante los últimos años en la obtención de hidrógeno por medio de la descomposición del agua a través de electrólisis, para favorecer ésta reacción es necesario un catalizador que favorezca la separación del hidrógeno y el oxígeno, en este sentido, los pirocloros son compuestos de gran interés debido a sus diversas propiedades eléctricas y magnéticas, en particular, los pirocloros metálicos han resultado ser buenos catalizadores de reacción de evolución de oxígeno (Oxygen Evolution Reaction, OER, en inglés) para la descomposición del agua y la obtención de hidrógeno, esto debido a su estabilidad estructural. En el presente trabajo se realiza una recopilación de los principales avances que se han hecho en la investigación de pirocloros metálicos con aplicaciones a electrocatalizadores.

Estado Sólido - LXV-005633

11:00-13:00 **Propiedades de transporte dependientes de valles-espines en estructuras periódicas y aperiódicas de siliceno** *Isaac Rodríguez Vargas (isaac@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y*

Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Sergio Molina Valdovinos (sergiomv@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Rogelio Rodríguez González (rogeliorg@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Luis Alberto Díaz Valerio (luis_valerio17@hotmail.com), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas;

En los últimos años, se han nanoestructurado materiales 2D con base a geometrías complejas para obtener resultados novedosos que de otro modo no serían visibles. En este trabajo, se estudian las propiedades de transporte dependientes de valles-espines en estructuras complejas magnéticas tipo Cantor basadas en siliceno. La transmitancia, conductancia, magnetorresistencia de tunelamiento y polarización de valles-espines se calculan aplicando el método de la matriz de transferencia y el formalismo de Landauer-Büttiker. Nuestros principales resultados muestran que, al inducir asimetría estructural en el ancho de las barreras y pozos, surgen dos estados de valles-espines completamente polarizados para diferentes números de generación de la secuencia Cantor. Además, se puede acceder a estos dos estados simplemente cambiando la orientación de la magnetización, es decir, de configuración paralela a antiparalela. Por otro lado, mostramos que la magnetorresistencia tiene una mejora notable a medida que aumenta el número de generación, a diferencia de una superred asimétrica magnética, donde la magnetorresistencia se mantiene fija independientemente del número de periodos. Finalmente, podemos concluir que la asimetría estructural y la aperiodicidad son elementos fundamentales para conseguir dispositivos versátiles con una respuesta magnetorresistiva considerable y con polarizaciones de valles-espines efectivas.

Estado Sólido - LXV-005761

11:00-13:00 **Estructura cristalina, morfología y caracterización espectroscópica del compuesto Gd₂TiO₅ sintetizado por sales fundidas.** *Manuel Gerardo Quintana García (manuelquintana@comunidad.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Luisa Marquina Fábrega (marquinafabrega@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;*

José Luis Pérez Mazariego (mazariego@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Jesús Alberto León Flores (jleon@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se presenta el estudio de la estructura cristalina y morfología del compuesto Gd₂TiO₅ con estructura ortorrómbica Pnma sintetizado por el método de sales fundidas con un

tratamiento térmico a 1300 °C por 2 horas en una mezcla equimolar de sales NaCl:KCl. Se muestra que las condiciones de síntesis permiten obtener la fase con un alto grado de pureza (con un 5% correspondiente a la fase pirocloreo $Gd_2Ti_2O_7$ ($Fd3m$)). La caracterización espectroscópica mediante UV-Vis por reflectancia difusa permite determinar la brecha óptica ($E_g = 4.41$ eV) y muestra al compuesto como un semiconductor emisor de luz para longitudes de onda por arriba de 320 nm. Con los resultados de la espectroscopía Raman se identificó una importante contribución de bandas de fluorescencia para regiones superiores a los 1200 cm^{-1} . Adicionalmente, se realiza una comparación de los resultados experimentales con cálculos a primeros principios (DFT).

Estado Sólido - LXV-005829

11:00-13:00 Estudio de las propiedades estructurales, ópticas y de fluorescencia de un compuesto híbrido a base de ácido carmínico incrustado en una matriz de sílice.

Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (azdrubal_guerrero@uaeh.edu.mx), Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Javier Gustavo Cabal Velarde (javier.cabal.velarde@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Gerardo Ortega Zarzosa (gortega@fciencias.uaslp.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

José Refugio Martínez Mendoza (flash@fciencias.uaslp.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

**Stephanie Esmeralda Velázquez Pérez (stephanie.velazquez@uaslp.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

Evangalina Galván García (evangelina@fciencias.uaslp.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Diana Leticia Espericueta Gonzáles (diana.espericueta@uaslp.mx), Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí;

Uno de los desafíos de trabajar con el ácido carmínico, ha sido aprovechar sus propiedades en el desarrollo de materiales híbridos, lo cual, requiere estudiar sus propiedades físicas y su interacción con la matriz. También es deseable evitar su degradación en diferentes condiciones, particularmente cuando se somete a una temperatura elevada. En este trabajo, el comportamiento de las propiedades de fluorescencia se investigó a partir de un compuesto híbrido de ácido carmínico sometido a diferentes temperaturas y a diferentes pH. El ácido carmínico se extrajo de la cochinilla mexicana, una mezcla se estabilizó con sacarosa, y la otra se utilizó en sin sacarosa. Luego, el colorante resultante se incrustó en una matriz de sílice utilizando el método sol-gel. La reacción de hidrólisis se estableció experimentalmente usando las proporciones de 4:1 de eta-

nol a TEOS y 11:1 de agua a TEOS. El polvo de color rojo obtenido contiene ácido carmínico en equilibrio con la sílice. La caracterización de las partículas híbridas se llevó a cabo utilizando microscopía electrónica de barrido (SEM), emisión de fluorescencia, FT-IR, UV-vis y DRX. Los componentes orgánico-inorgánicos muestran una intensa interacción capaz de cambiar la emisión de fluorescencia y mejora de la estabilidad térmica de las moléculas orgánicas incrustadas en la sílice. Los resultados también muestran franjas de funcionalidad del ácido carmínico con diferentes pH y a ciertas temperaturas; sin embargo, el espectro de fluorescencia muestra su intensidad máxima a 400 °C con un pH de 5.7, mientras que a temperatura ambiente lo muestra con un pH de 12. Estos comportamientos se han atribuido a la evolución estructural de la matriz inorgánica y su estrecha interacción mostrada con el colorante orgánico.

Estado Sólido - LXV-005923

11:00-13:00 Modelación, estudio numérico y simulación computacional de formación de la descomposición espinodal de dominios magnéticos mediante un funcional de energía libre **Marco Antonio Morales Sánchez (spinor70@yahoo.com.mx), Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

José Isrrael Rodríguez Mora (isrrael_rodriguez@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Ricardo Agustín Serrano (ricardo.agustin@correo.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Alexia Kalín Magadán Cuatlayol (alexia.magadan@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

El estudio de los materiales paramagnéticos y ferromagnéticos bajo los modelos convencionales de la electrodinámica, la aproximación de Weis, la teoría de Bloch e inclusive el modelo de Ising (isotrópico y anisotrópico) no explican del todo la formación de dominios magnéticos. Este fenómeno es ampliamente explicado en sistemas de mezclas fluidas in-mezclables y existen unos pocos estudios numéricos de modelos matemáticos para explicar el comportamiento de descomposición espinodal en sistemas magnéticos como la ecuación de Ginzburg-Landau dependiente del tiempo. En este trabajo proponemos un nuevo modelo a partir de la energía libre y la ecuación de Chan-Hilliard la cual cumple la ley de acción de masas (además de la ecuación de continuidad). Se calcula numéricamente y se simula la dinámica no lineal de la formación de dominios magnéticos y su cambio en el tiempo en la energía libre. La simulación numérica es programada en lenguaje de programación Python obteniendo distintos patrones espacio-temporales 2D de descomposición espinodal simi-

lares a los presentados en materiales paramagnéticos y ferromagnéticos.

Estado Sólido - LXV-005961

11:00-13:00 Estudio teórico del Silicio poroso con superficies hidrogenada, fluorada y oxidada para aplicaciones de sensado de gases contaminantes

Igor Guryev (*guryev@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Zorayda Lazcano Ortiz (*zlazcano@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Miguel Ángel López Zavala (*ma.lopez.zavala@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Jesús Eduardo Castellanos Águila (*je.castellanos@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*Héctor Andrés Gómez Álvarez (*ha.gomezalvarez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

*Autor de correspondencia: *je.castellanos@ugto.mx*

Palabras clave: DFT, Silicio poroso, Adsorción

En este trabajo se presentarán cálculos de primeros principios para el estudio de las propiedades estructurales y electrónicas de la interacción de diferentes superficies del Silicio poroso (*SiP*) con las moléculas de CO , NO_2 , O_3 y SO_2 , por sus aplicaciones como sensores de gases. Se estudiarán las superficies del *SiP* con terminación en hidrógeno, hidrógeno+ F e hidrógeno+ O , las cuales ofrecen una mejor representación experimental. Asimismo, para nuestro estudio, se considerarán las porosidades del *SiP* al 15.62%, 28.12% y 40.62%. Para determinar la configuración de mínima energía se utilizará la Teoría del Funcional de la Densidad (*DFT*, por sus siglas en inglés) [1, 2]. Se analizarán la distancia de interacción, la energía de interacción, la energía de la banda prohibida y la densidad de carga de los sistemas propuestos para determinar si las interacciones podrían producir cambios en sus propiedades ópticas. La corrección a la subestimación del ancho banda prohibida, se hará mediante funcionales híbridos del tipo *HSE* [3]. Para propósitos comparativos, se estudiará la interacción entre las superficies porosas del *SiP* y la molécula de agua.

Referencias:

[1] P. Hohenberg y W. Kohn, Physical review Vol. 136, No. 3B, B864 (1964).

[2] W. Kohn y L. J. Sham, Physical review Vol. 140, No. 4A, A1133, (1965).

[3] J. Heyd y G. E. Scuseria, The Journal of chemical physics Vol. 121, No. 3, 1187-1192 (2004).

Agradecimientos:

La División de Ingenierías, del Campus Irapuato-Salamanca, de la Universidad de Guanajuato.

El Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México, por el Proyecto 202101042c.

Estado Sólido - LXV-006067

11:00-13:00 Estudio teórico y modelado de las propiedades térmicas de Si cristalino Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán;

Alejandro Trejo Baños (*atrejoba@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán;

Fernando Salazar Posadas (*fsalazarp@ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán;

Isabel Iturrios (*miturrios60@yahoo.com*), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos 8 Narciso Bassols;

Jacqueline Rebollo (*jacquel_reb@yahoo.com*), Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos 10 Carlos Vallejo Márquez;

Israel González Cortés (*israel.ipn.esime@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán;

*María Fernanda Ramírez Hernández (*mramirez1304@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán; *Expositor.

En este trabajo se realizan cálculos a primeros principios basados en la teoría del funcional de la densidad para calcular las propiedades electrónicas y vibracionales del silicio (Si) cristalino en bulto. Los cálculos son realizados en una celda primitiva del Si cristalino, usando una energía de corte de 700 Ry y una malla de puntos k de 11 x 11 x 11. Los resultados muestran que el modelo computacional desarrollado reproduce los valores experimentales de la constante de red y distancia a primeros vecinos del Si en bulto con un error menor al 1%, mientras que el comportamiento semiconductor y la naturaleza de la brecha de energía indirecta del Si en bulto se reproducen correctamente. Por otro lado, el cálculo de la estructura de bandas fonónicas o modos normales de vibración, coincide con las reportadas experimentalmente. A partir de los resultados del espectro vibracional, se calcula el calor específico. La curva calórica converge al límite clásico de Dulong – Petit en la región de altas temperaturas, así como al resultado predicho por Debye en la región de bajas temperaturas. Los parámetros usados en este trabajo muestran un buen grado de confiabilidad y pueden utilizarse como base teórica para el desarrollo de futuros estudios en nanoestructuras de Si.

Este trabajo es financiado por los proyectos multidisciplinarios 2020-2091, -2093, -2106 de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN. Los cálculos se realizaron en la supercomputadora Miztli de DGTIC-UNAM (proyectos LANCAD-UNAM-DGTIC-180 y 381) y el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México de la BUAP a través del proyecto 201903082N.

Estado Sólido - LXV-006082

11:00-13:00 **Spectroscopic and structural characterization of quarry stone in the Zacatecas, Mexico region**

José De Jesús Araiza Ibarra (araiza@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Javier Alejandro Berumen Torres (javier.berumen@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

José Juan Ortega Sigala (jjosila@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Fernando Avelar Muñoz (fernando.avelar@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Manuel De Jesús Mota Hernández (manuel.mota@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Victor Vadhir Casas García (victor.casas@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

José Manuel Hernandez Morales (josemanuel.hernandez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

**Hecker Naim Mata Burciaga (hecker.mata@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

In the present work the studies of different quarry stones in the region of the state of Zacatecas were analyzed. Molten powders of the quarries were studied by UV-Vis, FTIR and EDX-RF spectroscopies. Structural characterization of the powders was analyzed by x ray diffraction technique. The x-ray diffraction patterns showed the presence of crystalline SiO₂, Al₂O₃ and FeO₃ compounds which is confirmed by FTIR and EDX-RF. The preliminary results show that a slight change in the composition in the samples modifies the optical and hardness properties of the quarry stone.

Estado Sólido - LXV-006110

11:00-13:00 **Optimización de la Luminiscencia de Silicio Poroso variando el tiempo y la corriente en el proceso de fabricación**

Luis Octavio Meza Espinoza (luiso.meza@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Zorayda Lazcano Ortiz (zorayda.lazcano@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

María Guadalupe León (mleon@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Marco Antonio Sanchez Alejo (marco_sanchez_alejo@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Mediante la metodología estadística de "Diseño de experimentos" se planeó la fabricación de 5 muestras de Silicio Poroso (SP) elaboradas por anodización electroquímica a

partir de obleas de silicio cristalino de alta resistividad (10-20 ohm-cm).

Se aplicó sistemáticamente esta metodología estadística a nuestro proceso de experimentación. Donde la intensidad de emisión luminiscente fue el parámetro de respuesta, que fue estudiada controlando dos variables en el proceso de fabricación: 1) el tiempo de ataque electroquímico y 2) la corriente eléctrica suministrada al realizar el ataque químico. Las muestras de SP fueron excitadas en un intervalo de 250 a 302 nm.

Para el análisis estadístico de nuestros datos, se utilizó el análisis de la varianza (Anova) de Matlab.

Se concluye que la variable más importante, que maximiza la intensidad de emisión de las 5 muestras de SP, es el tiempo de ataque.

Estado Sólido - LXV-006124

11:00-13:00 **Modos de oscilación flexional a frecuencia crítica**

Jesús Arriaga (arriaga@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Alfredo Díaz De Anda (adiaz@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

William Rodríguez Cruz (williamr@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**José Concepción Torres Guzmán (concepcionysimplicidad@gmail.com), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

**José Concepción Torres Guzmán (concepcionysimplicidad@gmail.com), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

La teoría de vigas de Timoshenko es una teoría unidimensional particularmente simple que describe las oscilaciones flexionales de una viga sin estructura sujeta a diferentes condiciones de frontera. Si bien el sistema físico resulta ser muy simple, las predicciones de dicha teoría continúan discutiéndose en la actualidad y contrastándose con experimentos. La principal complicación al momento de comparar la teoría contra el experimento sin duda es la multimodalidad. De esta manera, uno de los aspectos en discusión sigue siendo la existencia de la llamada frecuencia crítica y el comportamiento de las formas de los modos a esta frecuencia. En este trabajo abordamos este punto mediante una teoría bidimensional de estrés plano y un cálculo numérico de elemento finito para mostrar las particularidades de los modos de oscilación a la frecuencia crítica que no habían sido explicadas previamente para condiciones de extremos libres. En particular, encontramos que en unos modos dominan las oscilaciones transversales mientras que en otros dominan las oscilaciones de corte dependiendo de la simetría en las oscilaciones del modo. Estas características resultan contrastantes entre sí y podrían tener relevancia en otros campos de la física como la aeroelasticidad, por ejemplo, al acoplar las oscilaciones flexionales con fuerzas aerodinámicas.

11:00-13:00 ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL BORDE INTERNO DE UN ANILLO CUÁNTICO BIDIMENSIONAL EN LA ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE UN ELECTRÓN CONFINADO BAJO CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EXTERNOS

Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Karla Arely Rodríguez Magdaleno (*karelyrod@uaz.edu.co*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Willian Gutiérrez Niño (*willigut@saber.vis.edu.co*), Universidad Industrial de Santander;

Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

*Nancy Liliana Morales Villamizar (*nancy.moraleslumet@uaz.edu.mx*), Universidad Industrial de Santander; *Expositor.

Se estudió de manera teórica el efecto de la forma del borde interno de un anillo cuántico (QR) bidimensional de GaAs en el espectro de energía de un electrón confinado bajo la acción de un campo magnético externo aplicado en la dirección de crecimiento (plano x-y) de la nanoestructura y un campo eléctrico externo aplicado en la dirección positiva del eje x. El sistema se resolvió dentro de la aproximación de masa efectiva de la ecuación de Schrödinger mediante el método de elementos finitos. La geometría del borde interno se modeló a través de la ecuación de una superelipse, lo que nos permitió considerar cuatro morfologías diferentes que revelaron la relación que tiene la concavidad del contorno del borde interno sobre la localización electrónica y en las oscilaciones Aharonov-Bohm de la energía. Los resultados demuestran que la localización electrónica se incrementa para agujeros que presentan mayor grado de concavidad, dando lugar a la formación de un espectro con estructura molecular debido a la simetría C4 que presentan los casos estudiados. Asimismo, se evidenció el desacople de los niveles de energía como función del campo eléctrico aplicado como resultado de la fuerte localización electrónica, que junto a las variaciones morfológicas dan lugar a estados vibracionales sobre el electrón.

Física Atómica y Molecular - LXV-004544

11:00-13:00 Funciones de correlación densidad-densidad en el cruce BEC-BCS desbalanceado Víctor Manuel Romero Rochín (*romero@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Juan Carlos Obeso Jureidini (*juan-e22@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los avances experimentales han permitido crear gases atómicos ultrafríos, donde se puede modular la interacción

efectiva entre átomos que se encuentren en dos estados hiperfinos. De esta forma se puede obtener un superfluido tipo Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS) para interacciones débilmente atractivas, mientras que para interacciones fuertemente atractivas se forma un condensado de Bose-Einstein molecular (BEC). Para interacciones de magnitud intermedia se obtiene un continuo de estados cuánticos conocidos como cruce BEC-BCS. La existencia de dichos estados cuánticos depende del número de átomos en cada componente hiperfina, por lo que es interesante considerar el caso en que sean distintos (desbalance). Para un gas homogéneo a temperatura cero con interacción de contacto, en la aproximación de campo medio (estado de Sarma), estudiamos el comportamiento a grandes distancias de las funciones de correlación densidad-densidad entre componentes hiperfinas con distintos desbalances. En particular, se busca comparar su comportamiento con el caso balanceado.

Física Atómica y Molecular - LXV-004685

11:00-13:00 Simulación del enfriamiento láser y captura atómica usando la ecuación Fokker-Planck Freddy Jackson Poveda Cuevas (*jacksonpc@fisica.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México;

*Luis Eduardo Ramos Solís (*luieduramsol@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La interacción entre luz y materia nos permite diseñar técnicas experimentales como las del enfriamiento láser, las cuales son ampliamente usadas para “atrapar” o “desacelerar” gases atómicos neutros a temperaturas menores a las decenas de milikelvin. Entre los ejemplos más conocidos de la literatura, se encuentran las trampas magneto-ópticas y los desaceleradores Zeeman, los cuales involucran conceptos fundamentales de la estructura atómica así como importantes propiedades de la luz como la polarización y la intensidad. Existen diferentes modelos para abordar este problema, en especial, con respecto al funcionamiento de los dispositivos mencionados que involucran campos magnéticos inhomogéneos o que varían como una función de la posición. En este trabajo se estudia los fenómenos de enfriamiento Doppler teórica y numéricamente, utilizando algunos modelos de dos niveles sumergidos en campos magnéticos y en la aproximación semiclásica de la luz, para reducir el sistema a un conjunto de ecuaciones diferenciales en el formalismo de matriz densidad y la ecuación de Fokker-Planck.

Física Atómica y Molecular - LXV-004756

11:00-13:00 Una partícula confinada en una región circular plana en presencia de un campo eléctrico constante Norberto Aquino Aquino (*naa@xanum.uam.*

mæ), Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Iztapalapa;

*Elizabeth Cruz Osorio (crose112@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Iztapalapa; *Expositor.

En este trabajo estudiamos el sistema que consiste en un electrón que se mueve en el plano $x - y$, en una región circular impenetrable de radio r_0 , inmerso en un campo eléctrico constante. Para obtener las energías propias y las funciones de onda del sistema, utilizamos el método variacional lineal, utilizando como funciones base a las funciones de onda de la partícula confinada en una región circular. Presentamos de manera gráfica la variación de la energía como función de la magnitud del campo eléctrico, observamos el rompimiento de la degeneración de los estados excitados al aumentar el campo eléctrico. Como medidas de localización o deslocalización de la partícula calculamos la desviación estándar, la entropía de Shannon e información de Fisher, como función de la magnitud del campo eléctrico. Encontramos que para un radio de confinamiento fijo la entropía de Shannon en el espacio de configuración disminuye al aumentar la magnitud del campo eléctrico.

Física Atómica y Molecular - LXV-005607

11:00-13:00 Cálculo de la energía libre de Gibbs para la molécula de quercetina en diferentes solventes por métodos ab-initio Jonatan Sánchez Sánchez (jsanchez@ifuap.buap.mx), Instituto Luis Rivera Terrazas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Juan Francisco Rivas Silva (rivas@ifuap.buap.mx), Instituto Luis Rivera Terrazas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Alexandra Deriabina (taxifolina@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*German Daniel Vázquez León (daniel1993vl@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La quercetina (Q) es una de las moléculas más ampliamente estudiadas debido a la abundancia con la que se encuentra de forma natural, resaltando por su actividad antioxidante y antitumoral [1]. En este trabajo se estudia su biodisponibilidad analizando su propiedad de solubilidad, elaborando un cuadro comparativo de sus energías de Gibbs obtenidas por el método M06-2X/6-31++G(d,p) [2] dentro del esquema SCRF para los solventes metanol, acetona, cloroformo y agua con ayuda del software Gaussian09.

En el análisis se estudian energías de conformación de la molécula de Q, obteniendo que la estructura enol tiene el valor menor de -20.37 kcal/mol en metanol y el mayor en cloroformo de -15.91 kcal/mol. Para el tautómero keto-O3 hay un valor menor en metanol de -24.04 kcal/mol y mayor en cloroformo de -17.08 kcal/mol. En el tautómero keto-O5 hay un valor menor en metanol de -25.28 kcal/mol y

mayor en cloroformo de -18.26 kcal/mol. Todos los cálculos proponen al metanol como el mejor solvente de los estudiados, coincidiendo con los datos experimentales, seguido por el agua, acetona y cloroformo. Esto último no coincide con los datos experimentales en donde la solubilidad de Q en el agua es muy por debajo de metanol y acetona[3].

[1] Russo, M.; Spagnuolo, C.; Tedesco, I.; Bilotto, S.; Russo, G.L. The Flavonoid Quercetin in Disease Prevention and Therapy: Facts and Fancies. *Biochem. Pharmacol.* 2012, 83, 6–15, doi:10.1016/j.bcp.2011.08.010.

[2] Zhao, Y.; Truhlar, D.G. The M06 Suite of Density Functionals for Main Group Thermochemistry, Thermochemical Kinetics, Noncovalent Interactions, Excited States, and Transition Elements: Two New Functionals and Systematic Testing of Four M06-Class Functionals and 12 Other Functionals. *Theor. Chem. Acc.* 2008, 120, 215–241, doi:10.1007/s00214-007-0310-x.

[4] T. Prutsikij, A. Deriabina, F. J. Melendez, M. E. Castro, L. Castillo Trejo, G. D. Vazquez Leon, E. Gonzalez, Concentration-dependent fluorescence emission of quercetin,

Física Atómica y Molecular - LXV-005689

11:00-13:00 La molécula de hidrógeno confinada dentro de una cavidad esferoidal prolata con potencial finito Adalberto Corella Madueño (adalberto.corella@fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; *Olga Oralia Arias Lara (olgaarias909@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.

Se usa el modelo de ligadura de valencia, propuesto por W. Heitler y F. London en 1927, para construir una función de prueba variacional que permite obtener una buena estimación de la energía del estado base de la molécula de hidrógeno confinada en una cavidad esferoidal prolata de paredes penetrables. Con dicha función se realizó una estimación de la energía del estado base y de la longitud de enlace; se calculó la presión debida al confinamiento y la dependencia de la longitud de enlace de la molécula como una función de dicha presión. Se investigó el caso de la molécula confinada en cavidades esferoidales con paredes impenetrables y, también, el caso de cavidades con paredes penetrables. En el cálculo se usaron coordenadas esferoidales prolatas que son compatibles con la geometría del confinamiento. Los resultados obtenidos se compararon con resultados numéricos existentes en la literatura y con valores experimentales.

Física Cuántica - LXV-004730

11:00-13:00 Revisión al problema del péndulo cuántico *Leonardo Flores Torres (leonardoflotor@gmail.com), Universidad Veracruzana; *Expositor.

Rodrigo Sánchez Martínez (*rodrigo96fml@gmail.com*),
Universidad Veracruzana;

Julio César Natividad Zacarías (*julio19natizaca@gmail.com*), Universidad Veracruzana;

Daniel Julian Nader (*djulian@uv.mx*), Universidad Veracruzana;

A pesar de que el problema del péndulo clásico es uno de los problemas más estudiados dentro de la literatura de mecánica clásica, su análogo cuántico rara vez entra en su respectivo canon; tanto en los libros de consulta común, como en los cursos de mecánica cuántica básica. Este problema es interesante porque presenta propiedades cuánticas de otros sistemas básicos, como el oscilador armónico, el rotor rígido, y la barrera de potencial (con efecto túnel). Este trabajo resuelve el problema del péndulo cuántico y enfatiza en las dificultades encontradas al implementar la construcción de la solución exacta de las soluciones (dada por las ecuaciones de Mathieu) al tratar de realizar simulaciones numéricas. Finalmente, se hacen evolucionar combinaciones gaussianas de las eigen-funciones para estudiar la evolución temporal de algunos observables y se comparan dichos resultados con sus análogos clásicos.

Física Cuántica - LXV-005148

11:00-13:00 **Correlaciones en pares de fotones generados mediante mezclado de cuatro ondas en átomos fríos** Isaac Pérez Castillo (*isaacpc@fisica.unam.mx*), KU Leuven;

Ricardo Gutiérrez Jáuregui (*rgut676@aucklanduni.ac.nz*), University of Auckland;

Rocío Jáuregui Renaud (*rocio@fisica.unam.mx*), UNAM Facultad de Ciencias;

Bryan Daniel Gómez Montes (*b-d-g-m@ciencias.unam.mx*), UNAM Facultad de Ciencias;

Aldair Bernal (*aldairbernal@outlook.es*), BUAP;

Carlos Eduardo De León Abboud (*carlos.abboud@ciencias.unam.mx*), UNAM Facultad de Ciencias;

Daniel Sahagún Sánchez (*sahagun@fisica.unam.mx*), Imperial College of London;

Luis Alberto Mendoza López (*luismendoza@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Nieves Arias Téllez (*ntellez.005@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Irvin Fermín Angeles Aguillón (*irvinangeles@ciencias.unam.mx*), UNAM Instituto de Física; *Expositor.

Mediante el proceso mezclado de cuatro ondas en una trampa magneto-óptica se generan pares de fotones correlacionados en tiempo y polarización. Se presentan mediciones de la función de correlación temporal de segundo orden de los fotones generados, mismas que resultan en una fuerte violación de la desigualdad Cauchy-Schwartz: $R = (4.49 \pm 0.43) \times 10^5 > 1$, evidenciando el comportamiento no-clásico su coherencia. También con la estadística de arriba de los fotones se presenta un estudio

teórico-experimental de la competencia entre los procesos atómicos que suceden paralelamente al mezclado de cuatro ondas. Finalmente, mediante una reconstrucción tomográfica, obtenemos un estado enredado en polarización con un coeficiente de enredamiento de $t = 0.57 \pm 0.06$ que es un enredamiento moderado y un coeficiente de Bell de $S = 2.34 \pm 0.07 > 2$ violando así la desigualdad de Bell. Agradecimientos a los proyectos:

PAPIIT no. IN106821

Ciencia Básica Fondo SEP-CONACYT no. 285387

Programa de Laboratorios Nacionales CONACyT no. 315838

Física Cuántica - LXV-005712

11:00-13:00 **Mecánica estadística desde un contexto de la Mecánica cuántica -deformada** Jesús Morales (*jmr@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana azc;

Jose Juan Peña (*jjpg@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Azc;

*Yazareth Peña-Rodríguez (*yazapachi@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Desde un enfoque puramente algebraico aplicado al Hamiltoniano con masas dependiente de la posición $m(\lambda; x) = m_0 M(\lambda; x)$, es posible identificar un operador de momento lineal -deformado hermitiano p_λ con el cual, la ecuación de Schrödinger con masa dependiente de la posición se puede escribir en forma canónica en términos del cuadrado del operador p_λ más un potencial efectivo $u_{ef}(x)$. La propuesta de una transformación de la variable de posición $x_\lambda = \int \sqrt{M(\lambda; x)} dx$ aplicada a la ecuación de Schrödinger hace posible resolver esta ecuación para diferentes modelos de distribuciones de masa. Adicionalmente, con los operadores correspondientes $x_\lambda y p_\lambda$ se genera una mecánica cuántica -deformada de tal manera que la forma del conmutador usual queda inalterada: $[x_\lambda, p_\lambda] = i\hbar$. La contribución principal de este trabajo consiste en definir una función exponencial -deformada $\exp_\lambda(x)$ de tal manera que $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \exp_\lambda(x) = \exp_0(x) = \exp(x)$. Consecuentemente, cuando existe la función inversa de $\exp_\lambda(x)$, ésta da lugar a una función logarítmica -deformada $\ln_\lambda(x)$ conservando la propiedad $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \ln_\lambda(x) = \ln_0(x) = \ln(x)$. En este escenario, la fórmula para la entropía de Boltzmann $S = k \ln(W)$ puede ser generalizada en términos de la función logarítmica -deformada al proponer $S_\lambda = k \ln_\lambda(W)$, de tal forma que para el caso particular $\lambda = 0$ se recupera el caso ordinario $S_0 = S$. Como una aplicación de esta propuesta, se dan algunos ejemplos particulares de funciones de distribuciones de masa que resuelven algunos potenciales cuánticos para la ecuación de Schrödinger y que al mismo tiempo conducen a casos particulares para la entropía generalizada S_λ a partir del cual se pueden generalizar muchas funciones termodinámicas [1] relacionadas con S_λ .

[1] E M F Curado and C Tsallis, Generalized Statistical Mechanics: Connection with Thermodynamics, J. Phys A; Math. Gen. 24, L69-L72, 1991.

Física Cuántica - LXV-006159

11:00-13:00 Solución algebraica y estados coherentes para el oscilador de Dirac interactuando con el sistema Aharonov Casher en el fondo de la cuerda cósmica *Manuel Salazar Ramírez (*escomphysics@gmail.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

Roberto Daniel Mota Esteves (*rdmota@yahoo.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL;

Víctor David Granados García (*granados@esfm.ipn.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL;

En este artículo, presentamos un enfoque algebraico $SU(1, 1)$ para estudiar el oscilador $(2 + 1)$ -Dirac en presencia del efecto Aharonov-Casher acoplado a un campo electromagnético externo en el espaciotiempo de Minkowski y el espaciotiempo de cuerdas cósmicas. Este enfoque se basa en un método de factorización de mecánica cuántica que nos permite obtener los generadores de álgebra $su(1, 1)$, el espectro de energía y las funciones propias. Obtenemos los estados coherentes y su evolución temporal para cada componente del espinor de este problema. Finalmente, para estos problemas, calculamos algunos elementos de la matriz y la relación de incertidumbre de Schrödinger para dos operadores generales $SU(1, 1)$

Física de Plasmas - LXV-004546

11:00-13:00 Transferencia protónica por la interacción de radiación láser Carmen Cisneros Gudiño (*carmen@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM;;

Horacio Martínez Valencia Martínez Valencia (*hm@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.;

Alfonso Eleazar Guerrero Tapia (*alfonsog@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM;

Ignacio Álvarez Torres (*ialvarez@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM;

*Eladio Prieto Zamudio (*eladio0116@gmail.com*), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.

El proceso de transferencia de protones es un fenómeno observado en diferentes especies moleculares. Es un tipo de reordenamiento que juega un papel importante en varias áreas de investigación como la química de la combustión, medio interestelar, daño por radiación a biomoléculas y proteómica o bien en la física de plasmas y es, por tanto, de interés común a diferentes disciplinas. Predecir el proceso de migración del hidrógeno plantea una prueba estricta para los métodos teóricos, además de los estados iniciales y finales estables de los iones moleculares producidos, se deben predecir los estados transitorios y las rutas

de migración, y la capacidad de modularlos y controlarlos. La tasa de transferencia de protones también tiene un gran impacto en numerosos avances en tecnología cuántica. En particular se observó este proceso al estudiar la interacción de fotones V-UV con tetrahidrotiofeno, C_4H_8S . Al irradiar esta molécula con luz láser de $\lambda = 355$ y 532 nm a diferentes potencias, del orden de cientos de mW y haciendo uso de la espectroscopía por tiempo de vuelo, como resultado de absorción multifotónica, se observaron los iones: $CH_3 + SH +$, $SH_2 +$ y $CH_3S +$ cuya aparición se puede explicar como el resultado de reordenamiento molecular. Es decir al hacer un análisis de los mecanismos de disociación es posible concluir que estos productos provienen de procesos de transferencia protónica. Se presentan en este trabajo las posibles rutas de migración de protones. Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM IN223421

Física de Plasmas - LXV-005348

11:00-13:00 Estudio de descarga de plasma, generado por placas paralelas, mediante un arreglo de sondas de Langmuir Carlos David Ramos Vilchis (*cdravi@im.unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM-UNAM);

Stephen Muhl (*muhl@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM-UNAM);

Angelica Garzon Fontecha (*angedar19@gmail.com*), Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM-UNAM);

Marco Antonio Martínez Fuentes (*mamf@ciencias.unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM-UNAM);

*Daniela Shealsey Jacobo Mora (*shealseyjacobo15@gmail.com*), Facultad de Química (IQ-UNAM); *Expositor.

Se estudio una descarga de plasmas, generado por una fuente de voltaje directa, entre 2 plasmas circulares de cobre de dos pulgadas de diámetro. El plasma se caracterizó mediante un arreglo de 4 sondas simples de Langmuir, que se distribuyen de forma equidistante a lo largo entre las placas paralelas. Se hicieron curvas características de Corrientes vs Voltaje aplicado a cada sonda, de $-100V$ a $+40V$, variando la presión de gas de trabajo (Argón). Se realizo un análisis para conocer cómo cambian los parámetros de plasma: corriente de saturación de iones y electrones, temperatura de electrones, potencial flotante y potencial de plasma. El objetivo de estudiar este tipo de plasmas es poder comprender mejor el mecanismo de distribución de energía de los electrones a lo largo de la descarga.

Física de Plasmas - LXV-005949

11:00-13:00 Simulaciones de transporte y del campo eléctrico radial del tokamak T-10 usando el código Astra. Alexander Melnikov (*melnikov_07@yahoo.com*), Instituto Kurchatov, Rusia;

Daniel López Bruna (*daniel.lopezbruna@ciemat.es*), Centro de Investigaciones Energéticas MedioAmbientales y Tecnológicas, España;

Julio Martinell Benito (*martinel@nucleares.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Héctor Ulises Lara Martínez (*heclara@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El tokamak T-10 que se encuentra en el Instituto Kurchatov de Rusia es un aparato de tamaño medio que tiene instalado un diagnóstico para medir el potencial eléctrico en todo el volumen del plasma., conocido como heavy ion beam probe (HIBP). Usando los datos experimentales para dos descargas en las que se aplicó calentamiento por ondas electrón ciclotrón (ECRH), que incluyen perfiles de densidad, temperatura y potencial eléctrico, se estudian distintos modelos de transporte por medio de simulaciones de transporte. Se usa el código Astra por medio del cual se sigue la evolución temporal de la descarga a medida que se varía el nivel de calentamiento por ondas.

Se encuentran los modelos que mejor reproducen los perfiles experimentales para la densidad y las temperaturas. Con esto se estudian los efectos que pueden producir campos eléctricos radiales del mismo tipo de los medidos con la HIBP. Se encuentra que el efecto principal es la presencia de una rotación poloidal cizallada, que domina sobre el gradiente de presión. Sin embargo, para reproducir el cambio de signo del campo eléctrico observado al aumentar la temperatura, la rotación debe seguir un modelo de transporte de momento de características especiales.

Física de Radiaciones - LXV-005389

11:00-13:00 Análisis de la composición espectral de la radiación de sincrotrón en la teoría clásica Jorge Mauricio Paulín Fuentes (*jorge.paulin@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

José Gerardo Mora Hernández (*gerardo.mora@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

Itsi Guadalupe Villegas Domínguez (*itsi.villegas@hotmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;

*Arquímedes López López (*arquinfinte@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

En la literatura aparecen descripciones no tan detalladas del espectro de la radiación de sincrotrón en la teoría clásica y cuántica. En este trabajo se presenta una descripción de la distribución espectral clásica de la radiación de sincrotrón que involucra la integral de la función de Bessel. Partiendo de los resultados del cálculo numérico de la integral, se grafica la distribución espectral completa y se compara con las aproximaciones de bajas y altas

frecuencias. Los resultados muestran la coincidencia de la distribución completa con las aproximaciones.

Física de Radiaciones - LXV-005823

11:00-13:00 Numerical modeling of radiation-induced reactions: Fricke dosimeter at 298, 198 and 77 K Alicia Negrón Mendoza (*negrón@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Sergio Ramos-Bernal (*ramos@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México;

Diego Frías Suárez (*diegofriass@gmail.com*), Universidad Estatal de Bahía, Brasil;

Ana Leonor Rivera López (*anarivera2000@gmail.com*), Instituto de Ciencias Nucleares y Centro de Ciencias de la Complejidad, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Alejandro Paredes Arriaga (*apa@ciencias.unam.mx*), Posgrado en Ciencias de la Tierra; *Expositor.

The Fricke dosimeter is a widely used gamma radiation dosimetry system. The detection of Fe²⁺ to Fe³⁺ oxidation in an aqueous solution of ferrous sulfate in sulfuric acid exposed to ionizing radiation in the presence of oxygen is the system's basis. A series of chemical reactions are generated in this system, all of which are highly dependent on one another. A numerical model of coupled differential equations based on the mass balance was developed in this work, in which each equation incorporates information about the molecules that are generated, those that breakdown, and a source term that represents an external source of radiation. The model can reproduce the linear behavior of the dosimeter's experimental data at room temperature. A correction factor is proposed to simulate the behavior of the dosimeter at temperatures of 198 K and 77 K, respectively, when the system is in a dry ice and liquid nitrogen thermal bath. Due to the possibility of simulating reactions in comets and other exoplanetary bodies, this model could support a variety of experimental challenges in domains of industry involving radiation at low temperatures, as well as astrobiological and astronomical problems.

Física de Radiaciones - LXV-006116

11:00-13:00 Análisis de propiedades ópticas y estructurales de ZnO bajo influencia de rayos γ José De Jesús Araiza Ibarra (*araiza@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Javier Alejandro Berumen Torres (*javier.berumen@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Fernando Avelar Muñoz (fernando.avelar@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Héctor René Vega Carrillo (rvega@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas;

Víctor Hugo Méndez García (victor.mendez@uaslp.mx), Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Leticia Ithsmel Espinosa Vega (leticia.espinosa@uaslp.mx), Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

Alfredo Belio Manzano (alfredo.belio@uaslp.mx), Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

*Alejandra Dávila Rivera (alejandra.davila@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Películas de ZnO depositadas sobre vidrio y silicio por la técnica de erosión catódica, bajo diferentes condiciones de potencia de depósito, han sido irradiadas por radiación γ proveniente de una fuente de ^{137}Cs , en una relativa larga exposición. Esto ha generado un efecto importante sobre las propiedades estructurales y ópticas, las cuales han sido medidas por XRD y por Espectroscopías UV-Vis y Raman. Se observa de manera determinante el efecto sobre el ancho de banda prohibida, el cual es típico encontrarlo cerca de 3.3 eV. Bajo los efectos de irradiación, el ancho de banda se incrementa a un valor medio de 3.9 eV, para todos los casos, y a su vez, se obtiene aparentemente una orientación predominante de la estructura típica hexagonal de ZnO en dirección (222). Este efecto ha sido visto previamente en polvos nanoscópicos de ZnO para efectos de irradiación con rayos γ

Física de Sistemas Complejos - LXV-005058

11:00-13:00 Estadística de la formación de dominios culturales en el modelo de Axelrod Francisco Javier Sevilla Pérez (fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

*José Carlos Hernández Herrerías (herreriasjc@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El modelo de Axelrod sobre la dinámica cultural considera dos mecanismos de asimilación cultural: la tendencia de los individuos para parecerse cuando interactúan (influencia social) y la tendencia de interactuar si son parecidos (homofilia social). Aunque el mecanismo de interacción refuerza la similitud entre los individuos y da lugar a convergencia social (fase con orden de largo alcance), el modelo también exhibe casos donde la diversidad cultural persiste (fase desordenada). En este trabajo se extiende el

análisis de Axelrod haciendo un análisis desde el marco de la física estadística. Se analizan las fluctuaciones del número de regiones culturalmente estables y se propone una conexión con una medida de desigualdad cultural.

Física de Sistemas Complejos - LXV-005911

11:00-13:00 Representación Gráfica de Genomas Completos. Jeanett López García (jeanettlg@hotmail.com), División de Matemáticas e Ingeniería, UNAM-FES Acatlán;

José Luis Del Río Correa (jlrc@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;

*Gabriela Duran Meza (gdm.pfm@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.

Usando el Juego del Caos de Jeffrey (CGR), una secuencia genómica (SG) de N nucleótidos es puesta en correspondencia biunívoca con N puntos dentro del cuadrado unitario Q , permitiendo una representación gráfica del genoma (RGG), como N es muy grande en muchas regiones de Q se saturan los píxeles. Para obtener una mejor RGG, sin perder información caracterizamos la SG con $M+2 < N$ puntos con coordenadas enteras. Esto permite analizar SG con N mucho mayores que las que se pueden hacer con el método de Jeffrey. Comparando las RGG usuales con las de nuestra propuesta, se muestra la autosimilaridad de la SG además de analizar genomas completos de organismos procariontes v.gr. la bacteria *Pirellula Staley* con $N=6,196,199$ pb

Física Estadística y Termodinámica - LXV-004605

11:00-13:00 Transición entre movimiento Browniano a movimiento sincronizado en un sistema de materia activa magnética en una pista circular Fernando Donado Pérez (fernando@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

*Enrique Jiménez Caballero (ji381453@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

En un sistema compuesto por esferas magnéticas que se encuentra bajo un campo magnético alternante, las partículas toman energía del campo magnético y la transforman en energía cinética. Por lo que este sistema es un ejemplo de materia activa. Cuando las partículas están en una superficie abierta, su movimiento es similar al movimiento Browniano. Curiosamente, cuando las partículas están confinadas, el movimiento presenta cambios notables. En este trabajo, centramos nuestra atención en un sistema de unas pocas partículas en una pista circular cuasi-unidimensional. Determinamos el desplazamiento cuadrático medio en el sistema en diferentes casos con diferentes números de partículas. Para un número bajo de partículas, el movimiento está sincronizado, las partículas se mueven en una sola fila y en una sola dirección, a ex-

cepción de ocasionales cambios de dirección. Al aumentar el número de partículas hemos encontrado la existencia de una transición de fase dinámica entre el movimiento sincronizado y el movimiento browniano.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-004838

11:00-13:00 **Cámara de Germinación para Agave Mezcalero** *José Daniel Enrique Chávez Vázquez (danielcv212910@gmail.com), BUAP;*
Patricia Mendoza Méndez (pmendoza@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
José Eduardo Espinoza Rosales (espinoza@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
**Irving Gustavo Juárez Aguilar (tavo18@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El proyecto consiste en diseñar y elaborar un prototipo de cámara de germinación controlada por Arduino, así como encontrar las condiciones óptimas que garanticen un alto porcentaje de germinación de especies endémicas de agave mezcalero en la localidad de Plan de San Miguel, Caltepec, Puebla.

La metodología que seguimos se dividió en dos partes, la primera tiene que ver con el proceso de germinación, partimos de las experiencias en el cultivo tradicional que han realizado la red de productores de agave de la localidad de Plan de San Miguel y de las reportadas en la literatura. La segunda parte se refiere al diseño y fabricación de un prototipo de cámara de germinación cuyo ambiente se va a controlar mediante una serie de sensores que serán monitoreados por la placa ArduinoUno. La finalidad es determinar, mediante el uso del modelo de experimentación de Análisis de varianza y la programación en Minitab los valores óptimos en la germinación de las especies Pulquero y Papalometl y su efecto de los parámetros físicos como: frecuencia de riego y temperatura que requerimos para el proceso de germinación.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005054

11:00-13:00 **Impacto de la motilidad de las bacterias y su interacción con virus** **Gustavo Angel Bueno Camarillo (gusangel.b.c@gmail.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Francisco Alarcón Oseguera (paco@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Los bacteriofagos son virus que infectan bacterias y resultan ser las entidades biológicas que más se replican en el planeta. Estos virus ayudan a regular ecosistemas y participan en la distribución de nutrientes y control de la población bacteriana. Estos virus son abundantes en animales multicelulares, tan solo un humano puede albergar 10 trillones de bacteriofagos. Estos ayudan a regular la microbiota humana ya que atacan a bacterias patógenas,

con lo cual juegan un papel importantísimo en la salud de las personas. Sin embargo, los estudios actuales in vitro no son consistentes en la reducción de bacterias tal como se observa in vivo. Este trabajo tiene como objetivo precisamente ayudar a entender la dinámica de interacción virus-bacteria mediante estudio in silico utilizando simulaciones mesoscópicas de partículas brownianas activas y de ésta manera dar luz al entendimiento de la reducción de bacterias patógenas por medio de bacteriofagos, haciendo énfasis al efecto de la motilidad de las bacterias. Este estudio puede generalizarse a la interacción de cualquier virus, por ejemplo el SARS-cov2 con otras células como las del tejido pulmonar.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005068

11:00-13:00 **Reordenamiento del transporte público de pasajeros, en la zona centro de la ciudad de Toluca** *Máximo Augusto Agüero Granados (maaguerog@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México;*
Juan Jesús Lozano López (jlozano1001@alumno.uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México;
**Ma. De Lourdes Najera López (mlnajeral@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*

El propósito de este trabajo es analizar las implicaciones de los esquemas de regulación en el desempeño de un sistema de transporte público urbano de pasajeros con la finalidad de que el regulador disponga de elementos para definir qué esquema de regulación es más conveniente implementar. Para ello se utiliza una herramienta analítica (modelo resoluble) basada en la teoría de regulación que es aplicada al caso particular del sistema de transporte público urbano de la ciudad de Toluca (modelo alimentado). Esta herramienta permite incluir en el análisis los intereses de los actores económicos que intervienen en la prestación del servicio (usuarios, concesionario y regulador), medir el efecto de las medidas de regulación a partir de la variación de sus funciones de utilidad, conocer la conveniencia de implementación de cada esquema de regulación a través de una función de bienestar social y finalmente, estimar indicadores de desempeño del sistema tales como: eficiencia, costos, beneficio y oferta de unidades. Se caracterizan específicamente dos mecanismos de regulación: 1) contrato de mayor-coste en el cual no existen incentivos para la eficiencia, el riesgo de aumentos exógenos de costos es asumido por los usuarios y el regulador requiere de un alto grado de información sobre los costos de la empresa, la autoridad pública recibe el rédito comercial y paga el costo operacional total de la empresa otorgando una transferencia monetaria a la empresa y, 2) contrato de precio-fijo, que considera incentivos elevados para que la empresa sea eficiente en términos de costos de producción, todos los riesgos de incremento de costos son asumidos por la empresa mientras que el regulador requiere poca información

en cuanto a los costos de producción de la empresa. Con estos mecanismos se busca orientar la conducta del concesionario con la finalidad de que reduzca sus costos de producción incitándolo a tener una empresa más eficiente.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005184

11:00-13:00 ON THE STRUCTURE OF THE ACTIVE FOKKER-PLANCK EQUATION Mario Sandoval Espinoza (*sem@xanum.uam.mx*), University of California San Diego, USA;

*Pedro Emilio Herrera Avila (*petereмили800@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I); *Expositor.

Recently, it has been experimentally discovered, and theoretically proved, that the stationary velocity distribution function of a non-interactive active stochastic system is bimodal. In this work, we theoretically reveal the condition under which a bimodal distribution will arise, and the condition under which this bimodal distribution will become Gaussian. This condition depends on two important time scales in the problem, namely, reorientation and inertial time scales. Briefly, when the inertial time is larger than the orientation time, the active Fokker-Planck stationary solution admits a bimodal structure. The inverse condition is seen to admit a Gaussian structure.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005229

11:00-13:00 Collective behavior in human crowds Mario Sandoval Espinoza (*sem.uam.physics@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana;

*Luis Lorenzo Gutierrez Martinez (*luislgm001@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

We conducted collective behavior experiments with a human crowd of 30 members moving within the area of a basketball court. This collective motion was recorded using a dron. To generate the emergent phenomenon, simple rules were given to the crowd, namely, 1) To move within the basketball court, and 2) To try to stay together at all times. The emergent collective behavior was characterized by extracting individual paths and velocity vectors, and by introducing global and local order parameters. With the latter order parameters we identify that dynamic emergence –defined as an entanglement of rotational and translational phases in time– is present in our experiment.

A numerical model is also proposed, and several interaction rules are tested to see which is the most efficient at generating dynamic emergence. Finally, the experimental order parameters results are compared to those produced by the numerical models.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005631

11:00-13:00 Efecto en el auto-ensamblado de partículas core-corona de un pozo de potencial atractivo Saúl Iván Hernández Hernández (*saul.ivan.hernandez@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Enrique Díaz Herrera (*diazpiomo@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa;

Natasha Ximena Calva Treviño (*ncalva25@alumnos.uaq.mx*), Universidad Autónoma de Querétaro;

*Eduardo Cerón-García (*razorlpc@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.

Usamos el método de Dinámica Molecular en un ensamble NPT para estudiar el comportamiento de fases en 3D de partículas core-corona con un potencial de hombro continuo repulsivo, añadiendo un pozo de potencial atractivo. Al hacer modificaciones al potencial de interacción podemos observar el comportamiento del auto-ensamblaje de las partículas tipo core-corona, una posible periodicidad en el comportamiento de las fases, estructura y una posible estabilidad termodinámica. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IN114721, LANCAD-UNAM-DGTIC-276 y a Luis Alberto Aguilar Bautista, Alejandro de León Cuevas y Alejandro Ávalos del LAVIS-UNAM.

REFERENCIAS: [1] Fonseca, E. R., & Mendoza, C. I. (2020). Self-assembly of core-corona particles confined in a circular box. *Journal of Physics Condensed Matter*, 32(1). <https://doi.org/10.1088/1361-648X/ab42fc>

[2] Barros De Oliveira, A., Netz, P. A., Colla, T., & Barbosa, M. C. (2006). Thermodynamic and dynamic anomalies for a three-dimensional isotropic core-softened potential. *Journal of Chemical Physics*, 124(8). <https://doi.org/10.1063/1.2168458>

[3] Gabriëlse, A., Löwen, H., & Smalenburg, F. (2017). Low-temperature crystal structures of the hard core square shoulder model. *Materials*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/ma10111280>

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005678

11:00-13:00 Simulaciones de Monte Carlo de mezclas binarias de coloides core-corona en confinamiento Saúl Iván Hernández Hernández (*saul.ivan.hernandez@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Consuelo García Alcántara (*consuelo.garcia@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Beatriz Marcela Millán Malo (*bmillan@fata.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

*Nicole Prata De Almeida Tapia (*nicoleprata@gmail.com*), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.

Luis Ignacio Murillo Torres (*louis.torres@comunidad.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Teniendo como tema de estudio las mezclas binarias de coloides core-corona, se realizan simulaciones de Monte Carlo de una mezcla confinada en una cavidad cilíndri-

ca. Usando el potencial de hombro cuadrado y de pozo cuadrado, se realizan variaciones del radio del cilindro, de los tamaños de cada una de las especies y de la densidad en la que se encuentra el sistema, con la finalidad de analizar las fases y estructuras que se presentan cuando estas dos especies interactúan. Asimismo, se explora un diagrama de fases donde se localizan las diferentes estructuras encontradas. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IN114721, LANCAD-UNAM-DGTIC-276, LANCAD-UNAM-DGTIC-087 y a Luis Alberto Aguilar Bautista, Alejandro de León Cuevas y Alejandro Ávalos del LAVIS-UNAM.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-005753

11:00-13:00 **TERMODINÁMICA ESTADÍSTICA DE FLUIDOS ESFEROCILÍNDRICOS CON MOMENTOS DIPOLARES Y CUADRUPOLARES** Víctor Manuel Trejos Montoya (*victor_trejos@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH);

Francisco De Asis Gámez Marquez (*frgamez@ucm.es*), Universidad Complutense de Madrid;

*Ariadna Selene Garcilazo Sánchez (*ga312660@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH); *Expositor.

En la primera parte de este trabajo se reproducen los datos de simulación molecular reportados en la bibliografía para fluidos atómicos del tipo Lennard-Jones multipolares [1,2], mediante simulación Monte Carlo en el ensamble de Gibbs. Estos datos de simulación fueron comparados con la teoría de perturbaciones para potenciales discretos multipolares (por sus siglas en inglés DPT [3-4]). Posteriormente, se estudiaron mediante esta misma técnica de simulación un modelo de fluido molecular caracterizado por un potencial tipo Kihara más interacciones multipolares del tipo dipolo-dipolo, cuadrupolo-cuadrupolo y dipolo-cuadrupolo. Para estos fluidos moleculares se observa un aumento en la temperatura y presión crítica a medida que aumenta la contribución multipolar. Estos datos de simulación se emplearon para revisar la aplicabilidad de la teoría de perturbaciones discreta molecular [5] en sistemas esferocilíndricos donde los términos multipolares son relevantes. Esta teoría DPT molecular presenta expresiones analíticas de la energía libre de Helmholtz para un potencial intermolecular discreto en función de la densidad, la temperatura y los parámetros intermoleculares, incorporando los efectos de la geometría así como su dependencia multipolar. Finalmente, se realizaron cálculos teóricos y de simulación de la coexistencia líquido-vapor (densidades de coexistencia y presión de saturación) y energía interna a diferentes valores de momentos multipolares y elongaciones moleculares correspondientes a valores típicos de moléculas reales tales como: 1,1,1-trifluoroetano, dióxido de carbono y 2,2,2-trifluoroetanol.

[1] B. Garzón, C. V. S. Lago, L. F. Rull J. Chem. Phys., 102, 7204, 1995.

[2] B. Garzón, S. Lago, C. Vega, E. de Miguel, L. F. Rull J. Chem. Phys., 101, 4166, 1995.

[3] A. Benavides, Y. Guevara, F. del Rio, Phys. A, 202, 420, 1994.

[4] A. Benavides, Y. Guevara, A. E-Alexanders, J. Chem. Therm., 32, 945, 2000.

[5] F. Gámez, J. Chem. Phys. 140, 234504, 2014.

Física Estadística y Termodinámica - LXV-006005

11:00-13:00 **Modeling of NaCl solution at high temperatures using MSA and BIMSAs theories.** José Torres Arenas (*jtorres@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Jean-Pierre Simonin (*jean-pierre.simonin@upmc.fr*), Laboratoire PHENIX, CNRS, Sorbonne Université (Campus P.M. Curie);

*Jaime Jaramillo Gutiérrez (*jaimе.jaramillo@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Olivier Bernard (*olivier.bernard@upmc.fr*), Laboratoire PHENIX, CNRS, Sorbonne Université (Campus P.M. Curie);

In the framework of the primitive model where the solvent in a solution is modeled as a continuum, the MSA (mean spherical approximation) and BIMSAs (binding mean spherical approximation) theories were used for a description of activity and osmotic coefficients of electrolytes at high temperatures. Solvation effects and variation of the permittivity are included in the model. Parameters are adjusted by comparison with experimental data. In addition, the BIMSAs theory allows one to consider the formation of ion pairs. These two theories were compared by applying them to NaCl aqueous solutions in a temperature range from 25 to 300 °C and concentrations from 0.1 to 5 molal.

Física Médica - LXV-004696

11:00-13:00 **Análisis de multifractalidad de un estudio de EEG para determinar deterioro cognitivo**

José Antonio Juárez Loyola (*ju402253@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Ana Fernanda San Juan Villegas (*sa335877@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Brenda Fernanda Noguez Ruíz (*no318295@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Kennia Lozano Arellanes (*lo296084@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

*Nadia Muñoz Martínez (*mu402584@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

Benjamín Alfonso Itzá Ortiz (*itza@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Roberto Noriega Papaqui (*rnoriega@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Alejandra Rosales Lagarde (alexiaro@rocketmail.com), Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz;

Erika Elizabeth Rodríguez Torres (erikart@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Se pretende dilucidar si el análisis multifractal aplicado a electroencefalogramas (EEG) permite determinar deterioro cognitivo. Para la obtención de datos se consideran diferentes edades y ambos sexos tanto en vigilia con ojos cerrados como para el registro total de sueño en pacientes mayores a 50 años de edad. En estudios preliminares se han presentado diferencias estadísticas entre pacientes con y sin deterioro cognitivo, por lo que es necesario establecer si estas herramientas fractales permiten determinar más objetivamente ese diagnóstico. El deterioro cognitivo es antesala de enfermedades neurológicas graves como la demencia de Alzheimer, por lo que su detección temprana podría cambiar positivamente la calidad de vida de las personas que lo requieran.

Física Médica - LXV-004753

11:00-13:00 **Herramientas de evaluación semiautomáticas para control de calidad en mamografía digital** Eduardo López-Pineda (edlope@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.;

*Concepción Laura Silva-Fierro (laura_silva@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Una mamografía de excelente calidad requiere: alto contraste, bajo ruido y alta resolución espacial; con la menor dosis posible. Para asegurar que se cumplen con estos parámetros, se realizan pruebas de control de calidad (QC, Quality Control). En México hay equipos que no tienen un control de calidad rutinario, esto debido a la falta de personal calificado.

Este trabajo presenta herramientas semiautomáticas para QC con miras a realizar evaluaciones remotas. Se escogieron varias pruebas de QC presentadas en varios protocolos internacionales, algunos ejemplos de pruebas son: Homogeneidad del Detector, Imagen Remanente, Distorsión Geométrica, Espesor del Objeto y Compensación del Tubo, Resolución Espacial y Evaluación de Curva de Contraste-Detalle.

Actualmente, 4 pruebas ya se encuentran automatizadas y se espera que al momento del congreso se tenga un número más amplio. La automatización se basa en el procesamiento digital de las imágenes, el reconocimiento de patrones, obtención de información de la cabecera DICOM y segmentación de las imágenes.

De las pruebas automatizadas se aprendió que estas rutinas permiten un ahorro de tiempo entre el 60 y 80% en el análisis, y en pruebas de análisis visual se eliminó la componente cualitativa de dichos análisis.

Cuando se tengan todas las pruebas previstas automatizadas, creará un protocolo básico de control de calidad que se pueda aplicar de manera remota.

Física Médica - LXV-004926

11:00-13:00 **Modelación de fenómenos de reentrada en las aurículas humanas** Ramírez Álvarez César Omar (cesaromarramirezalvarez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Carmen Geraldí Higuera Chan (carmen.higuera@unison.mx), Universidad de Sonora;

Jesus Jairo Rodríguez Padilla (jjairo86@gmail.com), Centre INRIA d'Université Côte d'Azur;

Miguel Ernesto Medina León (medina.leon@gmail.com), Universidad de Sonora;

*Cristhian Alan Rojo Saucedo (cristiansausedo@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.

Se usa la ecuación de Monodominio como reducción del modelo de Bidominio para modelar y simular la propagación eléctrica en el tejido del miocardio, específicamente en las aurículas humanas, para ello, se utilizan métodos numéricos de elemento finito y el modelo matemático propuesto por Courtemanche[1] para el potencial de acción de la aurícula humana.

Se busca inducir algunos fenómenos que están presentes en enfermedades cardiovasculares y arritmias cardíacas, concretamente, en aquellos conocidos como micro y macroreentradas. Estos fenómenos consisten en un impulso eléctrico que no se extingue después de haber activado el corazón, sino que vuelve a excitar fibras previamente despolarizadas, estableciendo un movimiento circular del impulso o ritmo recíproco. Los mecanismos de reentrada son de alto interés médico debido a que se ha demostrado que muchas arritmias son causadas por estos fenómenos y a su vez sirven para identificar sitios de ablaciones, siendo su estudio de vital importancia para combatir problemas de salud. Se analizan fenómenos de bloqueo de conducción (bloqueo unilateral de un impulso en algún lugar) los cuales son una condición necesaria para que se de a lugar una reentrada auricular.

1. Courtemanche M, Ramirez RJ, Nattel S. Ionic mechanisms underlying human atrial

action potential properties: insights from a mathematical model. *Am J Physiol.* 1998

Jul;275(1):H301-21. doi: 10.1152/ajpheart.1998.275.1.H301. PMID: 9688927.

Física Médica - LXV-004932

11:00-13:00 **Algoritmos de posicionamiento de eventos en PET utilizando cristales centelladores monolíticos** Mercedes Rodríguez Villafuerte (mercedes@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Tirso Murrieta Rodríguez (tmurrieta@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Arnulfo Martínez Dávalos (arnulfo@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

Héctor Alva Sánchez (halva@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Stephanie Carolina Juárez García (carolinajuarezg@estudiantes.fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los cristales centelleadores monolíticos son bloques continuos de cristal que, en comparación con los cristales pixelizados, presentan una eficiencia de detección más alta, y son menos costosos, aunque requieren de algoritmos de posicionamiento continuo. En los últimos años se han desarrollado diferentes algoritmos para posicionar la interacción de fotones de aniquilación de 511 keV con el cristal, desde métodos simples como el centro de gravedad hasta algoritmos estadísticos más complejos como los que requieren calibración o un gran número de datos.

Este trabajo se centra en la implementación de algoritmos de posicionamiento para detectores con cristales monolíticos de oxiortosilicato de lutecio con itrio (LYSO) de 57.4x57.4x10 mm³ acoplados a fotomultiplicadores de silicio Onsemi ArrayC-60035-64P. Se adquirieron datos experimentales tanto en modo individual como en coincidencia utilizando una plantilla de tungsteno (que a su vez funciona como un colimador físico) con 15x15 posiciones cubriendo el campo de vista de un detector individual y fuentes lineales de flúor-18. Se implementaron 4 métodos diferentes de posicionamiento en Matlab: a) centro de gravedad (CoG), b) elevando a una potencia (RTP), c) utilizando factores de peso provenientes de una distribución Gaussiana y d) un método estadístico iterativo. Los resultados iniciales han mostrado que la adquisición en coincidencias es más eficiente pues permite hacer calibración de detectores en pares y requiere menos correcciones debido al fondo intrínseco del LYSO, y que el algoritmo RTP tiene un mejor desempeño y corrige por distorsiones geométricas (en particular en los bordes) respecto al algoritmo tradicional CoG.

Se agradece el apoyo de los proyectos PAPIIT-UNAM IN108721 e IN103222.

Física Médica - LXV-005023

11:00-13:00 Caracterización de la Resolución Temporal Intrínseca de un centelleador LYSO como función del tipo de partícula y la geometría del centelleador mediante Geant4. *Javier Miguel Hernández López (javierh@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Eduardo Moreno Barbosa (emoreno@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Cristian Heber Zepeda Fernández (hzepeda@fcfm.buap.mx), Cátedra Conacyt;

**Andrés Alfonso Saavedra Romero (andres.saavedrarom@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Un centelleador presenta luminiscencia cuando es atravesado por algún tipo de radiación ionizante, cuando esto sucede la radiación incidente deposita energía (parcial o total) que excita los átomos del centelleador provocando que se emitan fotones durante el proceso de des-excitación. Los centelleadores son empleados en múltiples áreas de investigación, desde la espectrometría hasta la física médica, en particular, son utilizados en estudios de Tomografía por Emisión de Positrones (PET por su siglas en inglés), donde detectan partículas gamma provenientes de una aniquilación electrón-positrón en el interior del paciente. Se contabiliza como un evento desde que una partícula logra incidir en el centelleador produciendo fotones ópticos hasta que estos llegan al área de detección, la resolución temporal se define como el periodo de tiempo necesario para registrar un evento de manera exitosa, esta se compone de la resolución temporal intrínseca del centelleador y de la resolución temporal de la electrónica del sistema. En este trabajo se estudia la resolución temporal intrínseca de un cristal centelleador de oxiortosilicato de itrio-lutecio (LYSO por sus siglas en inglés) acoplado al área efectiva que emula un fotomultiplicador de Silicio denominada como Scorer. Se presentan los resultados obtenidos mediante simulaciones en Geant4 como función de las dimensiones del centelleador y tipo de partícula (partículas gamma, electrones y muones).

Física Médica - LXV-005082

11:00-13:00 Descomposición del espectro de absorción de las películas EBT-XD irradiadas con fotones de 6 MV en funciones de Lorentz *Paini Miguel Juárez Flores (cbi2183052595@titlani.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA;*

Ulises Sinhue Caldiño García (cald@xamun.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA;

Olivia Amanda García Garduño (damanda.garcia@gmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA;

Miguel Ángel Camacho López (cmacamachol@uaemex.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO;

Elsa Yazmín León Marroquín (yazleo@izt.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA;

**Carlos Ramírez Valdez (cbi2173011019@titlani.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; *Expositor.*

La introducción de películas radiocrómicas ha resuelto algunos de los problemas asociados con los detectores de radiación 2D convencionales. La película radiocrómica EBT-

XD se introdujo como la próxima generación de las películas EBT, EBT2 y EBT3 manteniendo la composición de la capa activa a base de polidiacetileno. El conocimiento preciso de los espectros de absorción de estas películas puede ayudar a desarrollar densitómetros ópticos más adecuados para su uso clínico. El objetivo de este trabajo es presentar un análisis de los espectros de absorción neta de películas radiocrómicas EBT-XD mediante la descomposición en funciones de Lorentz. Los espectros de absorción neta de las películas EBT-XD mostraron las dos bandas de absorción características del componente de la capa activa, basado en polidiacetileno (PCDA), centradas a 636 ± 1 nm y 585 ± 1 nm, reportadas también para los modelos EBT, EBT2 y EBT3. También se observó la banda reportada a 560 ± 1 nm. Además, el espectro de absorción neta de las películas EBT-XD muestran una serie de bandas para el intervalo de longitudes de onda de 400 a 540 nm. Estas bandas ya han sido reportadas para el modelo de película EBT3, los autores atribuyeron este comportamiento a un posible efecto de interferencia característico de una cavidad de Fabri-Perot formada por la estructura simétrica de las películas. La descomposición en funciones de Lorentz del espectro de absorción neta de las películas EBT-XD mostró la presencia de 12 funciones de Lorentz, a diferencia del espectro de absorción de los modelos de películas radiocrómicas EBT y EBT2, que se descomponen en 8 funciones de Lorentz. Las funciones de Lorentz se usan comúnmente cuando se modelan transiciones ópticas entre bandas de electrones.

Física Médica - LXV-005111

11:00-13:00 **Conteo de Cromosomas por Método**

Otzu Jose Guadalupe Vazquez Luna (*javazquez13731@hotmail.com*), UNIVERSIDAD RUSA DE LA AMISTAD DE LOS PUEBLOS;

Dulce Maria Castro Coyotl (*dcastro127@hotmail.com*), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL;

Jose Ruben Conde Sanchez (*rconde@fcfm.buap.mx*), UNIVERSIDAD DE LOS ANGELES;

Gladys Denisse Salgado Suarez (*gladys.salgado@udlap.mx*), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA;

*Gala Itan-Dehui Sanchez (*gala.sanchez@alumno.buap.mx*), COLEGIO DE CIENCIAS Y LETRAS DE TEPIC; *Expositor.

El procesamiento digital de imágenes ha adquirido, un papel importante en las tecnologías de la información y de cómputo. Actualmente, es la base de una creciente variedad de aplicaciones que incluyen diagnóstico médico, percepción remota, exploración espacial, visión por computadora, etc.

El presente trabajo aporta resultados de la identificación y conteo de cromosomas, para esto, desarrollamos un sistema de procesamiento digital de imágenes usando: por un lado, el algoritmo Otzu para la umbralización de los

contornos a partir de métodos probabilísticos; por otro, algoritmos de búsqueda de contornos que mejoren el contorno de los cromosomas. La finalidad de este trabajo es la clasificación de los cromosomas y determinar la viabilidad de determinar patologías con base en el estudio del cariotipo de las personas.

Física Médica - LXV-005612

11:00-13:00 **Morfología del miocardio: ¿Banda o capas?**

Karla Paola García Pelagio (*kpaolag@ciencias.unam.mx*), Laboratorio de Mecanobiología, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Física, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.;

Luisa Gracia Beirana Palencia (*luisa.beirana@hotmail.com*), Departamento de Cardiología, Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund", Centro Médico Nacional Siglo XXI;

Beda Espinosa Caletí (*bedaespinosa@yahoo.com.mx*), Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México;

*José Samuel Rodríguez Olguín (*rodriguezsamuel@ciencias.unam.mx*), Laboratorio de Mecanobiología, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Física, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.

Un aspecto a considerar para tratamientos de diversas cardiopatías (marcapasos, cirugías cardíacas, etc...) y sus diagnósticos es la distribución y orientación de las células de músculo cardíaco. El trabajo consiste en un análisis comparativo de dos distintas hipótesis de la estructura morfológica del miocardio: el modelo de capas y el modelo de la banda miocárdica. Ambas teorías coinciden en la orientación de las células de músculo cardíaco en el endocardio 90° y en el pericardio -90° . El modelo de capas propone que la rotación se da de manera gradual, por capas de pocas células de espesor. El modelo de la banda miocárdica postula que estas orientaciones están determinadas por el enrollamiento de una banda (miocárdica) sobre sí formando una doble hélice. En este trabajo se usan elementos de la teoría de viscoelasticidad lineal para generar las ecuaciones que describen las propiedades intensivas del miocardio y así poder explicar la teoría que mejor satisface los datos experimentales. Estas ecuaciones son complementadas con las dos distribuciones de orientaciones de las fibras cardíacas propuestas. Finalmente, se compara la evolución de estos sistemas con repositorios de datos fisiológicos.

Física Médica - LXV-005922

11:00-13:00 **Análisis cuantitativo de estudios preclínicos con radiofármacos para determinar acu-**

mulación de placa β -Amiloide mediante imagen microPET Miguel Ángel Ávila Rodríguez (*avilarod@uwalummi.com*), University of Wisconsin-Madison; Arturo Avendaño Estrada (*arturoae@ciencias.unam.mx*), UNAM; *Santiago Burgos Puentes (*sburgosp@estudiantes.fisica.unam.mx*), Universidad del Quindío; *Expositor.

La enfermedad de Alzheimer (EA) es un trastorno neurodegenerativo y el tipo de demencia más común en adultos mayores. El proceso fisiopatológico asociado a la EA inicia con la acumulación de placas seniles, formadas principalmente por depósitos de péptidos β -amiloides (β A) que pueden aparecer hasta 20 años antes de que se manifiesten los primeros síntomas de la enfermedad. La Tomografía por Emisión de Positrones (PET) es uno de los métodos de imagen más efectivos para el diagnóstico y seguimiento de la EA. El ^{11}C -Pittsburgh compound B (11C-PIB) es uno de los radiofármacos que más se ha utilizado y validado para la determinación de placa β A, no obstante, su vida media es de apenas 20 min, lo que limita su distribución desde un centro de producción satélite. Este trabajo corresponde a un protocolo de tesis de maestría cuyo objetivo principal es concluir la fase preclínica de un fármaco (CNEURO-120) marcado con ^{18}F como un potencial radioligando PET para placa β A. Para evaluar la afinidad del radiofármaco [^{18}F]CNEURO-120, desarrollado por el Centro de Neurociencias de Cuba, se adquirirán estudios microPET en ratones sanos y en un modelo de ratón transgénico de la EA, usando 11C-PIB como estándar de oro. Se adquirirán imágenes dinámicas con ambos radiofármacos en un escáner microPET Focus 120 y se analizarán utilizando un modelo de tejido de referencia simplificado (SRTM) para obtener el potencial de unión no desplazable (BPND) a fin de cuantificar la carga de placa β A en el cerebro. El análisis cuantitativo de las imágenes se realizará con los softwares PMOD y Statistical Parametric Mapping (SPM). Se espera que los resultados permitan obtener evidencia científica sobre la especificidad del radiofármaco [^{18}F]CNEURO-120 para detectar depósitos de placas beta amiloides, lo que representaría un aporte para el diagnóstico diferenciado de la EA mediante un método basado en imagen molecular PET, con un radioligando específico para placa β A y a un costo accesible.

Física Médica - LXV-005960

11:00-13:00 Síntesis y Caracterización de Nanopartículas de ZrO_2 adecuadas para radiosensibilización de tumores profundos Martín Rafael Pedroza Montero (*martin.pedroza@unison.mx*), Universidad de Sonora; Sofia Elena Navarro Espinoza (*sofia.navarro@unison.mx*), Universidad de Sonora; Diego Soto Puebla (*diego.soto@unison.mx*), Universidad de Sonora;

Osiris Álvarez Bajo (*osiris.alvarez@unison.mx*), Universidad de Sonora; José Aarón Esquivel Ovilla (*ovillajoseaaron@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Nadia Amina Yahia Keith (*a217200144@unison.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Hasta el momento se ha comprobado la alta eficiencia de las nanopartículas de metales nobles como el oro (Au) y la plata (Ag) en tratamientos fotocatalíticos de radiosensibilización para la destrucción de células cancerosas. Sin embargo, todavía se requieren de otras plataformas metálicas para aplicar estos procedimientos en tumores más profundos. El ZrO_2 es un candidato ideal, ya que sus propiedades físicas le confieren la capacidad de absorber radiación en UV o dispersar rayos X generando especies reactivas de oxígeno (ROS) que atacan la integridad de los tumores en una vecindad muy pequeña. Además, no es citotóxico y es altamente biocompatible. En este trabajo, se sintetizaron nanopartículas de ZrO_2 (NP) por el método de precipitación controlada. Las mediciones por dispersión dinámica de luz de NP en suspensión arrojaron un diámetro hidrodinámico alrededor de 62.93 nm y un pico de absorbancia centrado en los 205 nm. Las NPs obtenidas presentan una excelente opción por su tamaño y propiedades ópticas para emplearse en la activación fotoquímica de los ROS de manera superficial con radiación UV en tejidos expuestos y la radiosensibilización en tumores profundos mediante rayos X.

Física Médica - LXV-006105

11:00-13:00 Determinación y optimización del gap dosimétrico en un acelerador lineal Varian TrueBeam equipado con un colimador multihojas Millennium-120 Alejandro Rodríguez Laguna (*arlaguna@ciencias.unam.mx*), Hospital Médica Sur; José Alejandro Jiménez Acosta (*jajimenez.fisica@gmail.com*), Hospital Médica Sur; Diego Torres Sepúlveda (*diego.torres@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Alejandro Zepeda Barrios (*alejandro.zepeda@ciencias.unam.mx*), Hospital Médica Sur; *Expositor.

En los aceleradores lineales Varian, el gap dosimétrico (DLG) es utilizado para modelar en el sistema de planeación de tratamientos (TPS), los extremos redondeados de las hojas del colimador multihojas (MLC). El objetivo de este trabajo es determinar y optimizar el DLG para la configuración del Algoritmo Analítico Anisotrópico (AAA) usado en el cálculo de dosis en planes de

tratamientos de arco volumétrico modulado (VMAT). Se utilizó un linac TrueBeam (Varian Medical Systems, Palo Alto, USA) equipado con un MLC Millennium-120.

El DLG se determinó de acuerdo con el procedimiento establecido por el fabricante, en el que se usa un conjunto de franjas dinámicas de diferentes tamaños formadas por el MLC. Para optimizar el DLG se utilizaron planes de tratamientos de cáncer de próstata y de radioterapia estereotáxica corporal (SBRT) para el tratamiento de oligometástasis pulmonares, ambos impartidos mediante VMAT usando haces de 6 MV.

La optimización del DLG se realizó mediante un proceso iterativo en el que se modificó gradualmente su valor hasta obtener el mejor índice gamma resultante de comparar las distribuciones de dosis calculadas por el TPS y las impartidas por el linac, adquiridas mediante dosimetría portal. En cada plan de tratamiento se preservó el patrón de movimiento del MLC resultante de un único proceso de planeación inversa; además, se usó el mismo valor de normalización para mantener constantes las unidades monitor. A partir de los patrones de movimiento del MLC, el algoritmo AAA calcula la distribución de dosis tomando en cuenta el valor del DLG ingresado.

Se observó dependencia del DLG con el tamaño del volumen tratado. Se mostró la necesidad de optimizar el DLG medido para mejorar los resultados de las evaluaciones mediante el índice gamma. Se determinaron valores óptimos del DLG para tratamientos de cáncer de próstata y tratamientos de SBRT para oligometástasis pulmonares, impartidos mediante VMAT.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004440

11:00-13:00 **Electrodinámica No Lineal ModMax/ La doble copia de las métricas tipo Bianchi** *Román Linares Romero (lirr@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa; *Brenda Tlatelpa Mascote (brenda_19.pink@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.*

Una de las extensiones no lineales de las ecuaciones de Maxwell más reciente es la electrodinámica de ModMax, capaz de preservar simetría U (1) y ser invariante bajo transformaciones duales y conformes. Estas características hacen que sea un modelo interesante de estudio por sus aplicaciones en la mecánica cuántica, relatividad general, cosmología y materia condensada. En este trabajo estamos interesados en su aplicación en la Relatividad General, el principal interés es analizar la métrica de Einstein-ModMax. Posteriormente se plantea obtener una prescripción de esta solución en el formalismo de la doble copia clásica. El formalismo de la doble copia clásica es una rama de la física muy reciente, cuya idea principal es mapear soluciones de las ecuaciones de Einstein a soluciones de la electrodinámica de Maxwell. Planeamos aplicar este for-

malismo para obtener la doble copia de la electrodinámica no lineal ModMax.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004551

11:00-13:00 **Una formulación supersimétrica de la teoría BF para campos reales** *Dolores García Toral (dolores@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Víctor Manuel Vázquez Báez (manuel.vazquez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**José Eduardo Rosales Quintero (jeduardo.rosales@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Sol María Hernández Hernández (sol.hernandezher@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

En este trabajo, consideramos una modificación la restricción de Plebanski para campos reales, diferente a la restricción CMPR, tal que pueda ser generalizada al supergrupo $OSp(1/4)$ de forma directa. Mostramos que en el caso puramente bosónico, la acción BF más términos de restricción es equivalente a la acción de gravedad con constante cosmológica y el término de Holst y en el caso supersimétrico, obtenemos las ecuaciones de campo para supergravedad donde aparece el término correspondiente para el campo gravitino.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004638

11:00-13:00 **Modos cuasi-normales de una clase genérica de agujero negro regular cargado magnéticamente** *Omar Pedraza Ortega (omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;*

Luis Alberto López Suárez (lalopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

**Valeria Ramírez Cruz (ra323273@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

Estudiamos los modos cuasi-normales para perturbaciones escalares y electromagnéticas en una clase Genérica de agujero negro regular cargado magnéticamente que contienen soluciones; clase Bardeen, clase Hayward y una clase Nueva. Primero se obtienen los valores críticos de la carga y masa. Utilizando la aproximación WKB de tercer orden, podemos determinar la dependencia de los modos cuasi-normales con respecto a el parámetro que caracteriza la fuerza de la no linealidad del campo electromagnético del agujero negro. También se presenta el factor de cuerpo gris, dando los coeficientes de transmisión y reflexión de la onda dispersada a través de los potenciales efectivos en la aproximación WKB de tercer orden.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004708

11:00-13:00 Operadores unitarios de evolución temporal para sistemas acoplados de bosones y fermiones. *Alfonso Moisés Anzaldo Meneses (*answald13@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Las coordenadas super-canónicas sobre super-álgebras ortosimplécticas introducidas recientemente para el caso no-acoplado son extendidas al caso con acoplamiento boson-fermion. Los operadores de evolución temporal son expresados en términos de coordenadas super-canónicas mediante propiedades de las transformaciones adjuntas en los respectivos super-grupos y super-álgebras. Los operadores unitarios son calculados en los casos mas simples posibilitando el estudio de problemas de interés físico en óptica cuántica.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004831

11:00-13:00 Pruebas cosmológicas en gravedad entrópica Carlos Ortiz González (*ortizgca@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Julio César López Domínguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Javier Fernando Chagoya Saldaña (*javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Jesús Alberto Rodarte Campos (*jesusalberto.rodarte@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Irving Muñoz Castrejón (*irving.munoz@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Estefany Haideé Moreno Alcalá (*estefany.moreno@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El modelo Λ CDM o modelo estándar cosmológico es una descripción de nuestro Universo en la cual este es compuesto de una constante cosmológica asociada con la expansión del universo; materia oscura fría a la que se le atribuye la formación de estructura a gran escala; y materia bariónica. Aunque el modelo Λ CDM es exitoso al describir la mayoría de las observaciones, existen varias alternativas que intentan modelar nuestro Universo sin necesidad de constante cosmológica o materia oscura. Además, hay observaciones recientes respecto a la expansión que no se ajustan a las predicciones de Λ CDM. Lo anterior motiva el análisis detallado de la expansión en modelos alternativos. En el presente trabajo se hizo una comparación del modelo estándar con un modelo de gravedad entrópica. Se empleó el conjunto de datos de Pantheon, del cual se obtuvo información de supernovas tipo Ia con un corrimiento al rojo bajo, y se comparó con la distancia luminosa predicha por cada modelo, con el objetivo de explorar si la gravedad entrópica podría ajustarse mejor a las distintas mediciones del parámetro de Hubble.

Gravitación y Física Matemática - LXV-004944

11:00-13:00 Ciclos de torsion y aprendizaje por computadora en teoría de cuerdas Oscar Loaiza Brito (*oloaiza@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*Cesar Damian (*cesar.damian@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Usando una función de error en un algoritmo híbrido, buscamos condiciones mínimas para construir espacios AdS y dS en una compactificación de teoría de cuerdas en variedades Kähler con torsión. Esto permite tener contribuciones al potencial escalar a partir de flujos de RR y de D-branas que envuelven ciclos torsionales, interpretados como estados no BPS. El primero implica la posibilidad de construir espacios AdS estables mientras que el segundo constituye un mecanismo para elevar AdS a dS. Particularmente consideramos los estados no-BPS $\tilde{D}5$ cambiando el vacío de AdS estable a un mínimo de dS (aparentemente) estable. Ambos resultados están restringidos a ciertos tipo de configuraciones, específicamente con el número de planos $O3$ acotados por el número de branas y flujos $D3$. Bajo estas condiciones reportamos más de 170 dS vacíos estable. En todos ellos, el potencial depuesto de incluir los estados no BPS se vuelve muy plano indicando la posible presencia de inestabilidades.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005081

11:00-13:00 Soluciones numéricas para ecuaciones de onda de campos escalares galileónicos. Carlos Rafael Ortiz Bañuelos (*carlos.ortiz@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Julio César López Domínguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Javier Fernando Chagoya Saldaña (*javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Leonardo Muñoz Nieto (*leonadro.munoz@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Hace poco más de una década se formuló la teoría más general de un campo scalar con ecuaciones de movimiento de segundo orden en espacio-tiempo plano. Estos campos fueron denominados galileones, en referencia a cierta simetría de su lagrangiano. Posteriormente, la teoría se generalizó a espacio-tiempo curvo y ha evolucionado en lo que hoy se conoce como Teorías tenso-escalares degeneradas de orden superior. Algunas de las partes básicas de estas teorías, conocidas desde los galileones, son las que tienen menos problemas para ser compatibles con observaciones recientes de ondas gravitacionales. En este trabajo calculamos la ecuación de campo escalar para dichos términos y estudiamos numéricamente sus soluciones, tanto en espacio plano como en espacio curvo. Discutimos tanto los

aspectos numéricos de la solución como las aplicaciones a física gravitacional y de partículas.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005130

11:00-13:00 **Catálogo de galaxias en el modelo de materia oscura bosónica** *Francisco S. Guzmán (francisco.s.guzman@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Vladimir Alberto Villegas Pérez (1417126e@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Iván Álvarez Ríos (ivan.alvarez@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Partiendo de la hipótesis de que la materia oscura está compuesta por bosones ultraligeros planteamos un proceso de formación galáctica. Las ecuaciones que gobiernan la dinámica de este tipo de materia oscura es el sistema Schroedinger-Poisson (SP) y en dicho modelo las fluctuaciones de materia oscura se aproximan de modo atractor a soluciones estacionarias esféricamente simétricas de dicho sistema de ecuaciones. Estas configuraciones fungen como núcleos de halos galácticos de materia oscura que se virializan rápidamente. Por otra parte modelamos la materia luminosa como un gas ideal cuya dinámica acoplamos al sistema SP a través de las ecuaciones de Euler, y cuya densidad es fuente de la ecuación de Poisson al igual que la densidad de materia oscura. Para formar galaxias proponemos la colisión de un núcleo de materia oscura y una bola de gas ideal. Practicando colisiones con una variedad de condiciones iniciales correspondientes a órbitas acotadas, construimos una catálogo de galaxias con distintas morfologías.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005267

11:00-13:00 **Formación de Estructura en Modelos de Gravedad Modificada** Luis Arturo Ureña López (lurena@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

*Flor De María Lozano Rodríguez (flor.lozano@fisica.uaz.edu.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En este trabajo se describirá la formación de estructura para distintos modelos de gravedad modificada: Brans Dicke, $f(R)$, DGP, Symmetron. Tal descripción es hecha través de simulaciones cosmológicas realizadas siguiendo el método de COMoving Lagrangian Acceleration, con las que se obtienen el espectro de potencia de masa y la función de masa de halo para cada modelo; las cuales compararemos con las resultantes para el modelo estándar cosmológico Λ CDM.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005417

11:00-13:00 **Estabilidad dinámica de los estados excitados para estrellas tipo Dirac** Juan Carlos Degollado Daza (jcdegollado@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;

*Jesús Aaron Flores Prudente (jaf.prudente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las estrellas de Dirac son distribuciones compactas formadas por campos fermiónicos. Las soluciones numéricas para las ecuaciones de Einstein en simetría esférica utilizando como fuente campos de Dirac son relativamente recientes y muchas de sus propiedades están por describirse. El objetivo principal de este trabajo es estudiar la estabilidad dinámica de estas configuraciones estelares considerando tanto los estados base como los estados excitados. Para ello se realizarán simulaciones numéricas en relatividad general para determinar la evolución de las perturbaciones de las estrellas. Las simulaciones se modelarán resolviendo en forma numérica las ecuaciones acopladas de Einstein-Dirac en simetría esférica.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005432

11:00-13:00 **Frecuencias normales del campo de Dirac en una brana negra** Alfredo López Ortega (alopez@ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional;

*María Fernanda Arriaga Argüelles (fernanda.arriaga20@gmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Usando métodos numéricos calculamos las frecuencias normales de oscilación del campo de Dirac que se propaga en una brana negra asintóticamente Lifshitz. Estos resultados son una extensión de aquellos para el campo de Klein-Gordon. Finalmente discutimos aplicaciones de los resultados.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005557

11:00-13:00 **¿Cómo se relaciona doblar una hoja de papel con la Teoría de la Relatividad?** Alma Rocío Sagaceta Mejía (alma.sagaceta@ibero.mx), Universidad Iberoamericana Ciudad de México;

Sebastian Nájera Valencia (najera.sebastian@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM;

Carlos Amós Hernández Hipólito (hernandezamos80@gmail.com), Universidad Iberoamericana Ciudad de México;

Josué Dagoberto Gallegos Muñoz (josedgm15@gmail.com), Universidad Iberoamericana Ciudad de México;

*Tania Faviola Bañuelos Hernández (tania.fhr@gmail.com), Universidad Iberoamericana Ciudad de México; *Expositor.

El trabajo a desarrollar tiene como principal objetivo reinterpretar el artículo How paper folds: bending with local constraints (Guven & Müller, 2008), relacionándolo con los conceptos que conocemos desde el ámbito de la relatividad general. Resulta interesante notar que la geometría de superficies tiene conceptos geométricos análogos a los de Relatividad General. Si bien, en Relatividad General tratamos con curvaturas intrínsecas, la del objeto por sí mismo. En este caso se trata la curvatura extrínseca, es decir como se curva el papel en un espacio más grande. A lo largo del trabajo queremos entender cómo estos conceptos se relacionan y así poder apreciar mejor las consecuencias físicas y matemáticas de esta teoría.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005654

11:00-13:00 **Una revisión a las espirales de Cotes** Álvaro Lorenzo Salas Brito (asb@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; Hilda Noemí Núñez Yépez (nyhn@xanum.uma.mx), Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; *Rodrigo Sánchez Martínez (rodrigo96fml@gmail.com), Universidad Veracruzana; *Expositor.

La dinámica bajo el potencial $U(r) = 1/r^2$ ha sido bien estudiada desde tiempos del mismo Newton. Roger Cotes, editor de la segunda edición de los Principia, publicó por primera vez las soluciones del movimiento bajo este potencial; dichas órbitas se conocen actualmente como espirales de Cotes. En este trabajo presentamos las soluciones en una forma que no se encuentra en la literatura: todas las espirales que son solución a este potencial pueden ser escritas como curvas geodésicas sobre superficies en una dimensión más alta, lo que permite además, escribir una solución general en términos proyecciones de una sola hiper-superficie.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005760

11:00-13:00 **Pruebas clásica de Relatividad General y Ungravity** Gemma Elizabeth Pérez-Cuellar (gemma.epc@gmail.com), Universidad de Guanajuato; *Oscar Miguel Sabido Moreno (msabido@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En este trabajo se estudian las pruebas clásica de relatividad general en la teoría Ungravity. Esta es una teoría en la que se consideran contribuciones de tipo unparticles en RG. Usando los experimento clásicos, se obtienen cotas para los parámetros de Ungravity.

Gravitación y Física Matemática - LXV-005772

11:00-13:00 **Pronósticos de la incertidumbre del tiempo de vida y de la fracción de materia oscura inestable a partir de mediciones de distorsiones de corrimiento al rojo** Ana Aurelia Avilez López (ana.avilezlopez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Javier Juárez Jiménez (javier.juarezji@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se consideró un modelo alternativo al modelo cosmológico de concordancia Λ CDM, en donde una fracción de la materia oscura es fría e inestable con un tiempo de vida comparable o mayor a un tiempo de Hubble, cuyo producto de decaimiento son partículas relativistas diferentes a los fotones del modelo estándar denominadas radiación oscura. Se estudió el efecto del decaimiento de la materia oscura en la dinámica de las perturbaciones cosmológicas lineales durante la formación de estructuras a gran escala, en particular, las mediciones de distorsiones en el espacio de redshift, las cuales se cuantifican a partir del factor de crecimiento f asociado a las perturbaciones de velocidad. Posteriormente, usando el método de la matriz de Fisher y medidas de f en simulaciones de N-cuerpos para pronósticos de EUCLID y datos observacionales de BOSS, se obtuvo un pronóstico de las incertidumbres de valores fiduciaros del tiempo de vida y de la fracción de materia oscura inestable compatibles con estas mediciones.

Gravitación y Física Matemática - LXV-006104

11:00-13:00 **Generalización pseudoeuclídea del método de Lie-Darboux para las curvas tres dimensionales.** *Paola Lemus Basilio (lembas.p@gmail.com), Instituto Potosíno de Investigación Científica y Tecnológica; *Expositor.

Haret Rosu (hcr@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosíno de Investigación Científica y Tecnológica;

El método de Lie-Darboux para las curvas tres dimensionales euclídeas se generaliza a las curvas tres dimensionales pseudoeuclídeas. Se obtiene la ecuación de Riccati correspondiente a este caso.

Fuentes:

[1]

D. J. Struik.

Lectures on classical differential geometry. Dover, 2nd. Edition, p. 36, 1988.

[2]

E. L. Ince.

Ordinary differential equations. Dover, pp. 23-25, 1956.

Gravitación y Física Matemática - LXV-006106

11:00-13:00 **Modelo de Jackiw-Rebbi en espacios curvos** José Edgar Madriz Aguilar (jose.madriz@

academicos.udg.mx), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara;

Alfredo Raya Montaño (*alfredo.raya@umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

José Antonio González Cervera (*jose.gonzalez.c@umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Julio César Pérez Pedraza (*julio.perez@umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo estudiamos los efectos de un espacio-tiempo curvo en el modelo de Jackiw-Rebbi, el cual describe el acoplamiento del campo unidimensional de Dirac con un campo de solitón estático de fondo. En particular, nos enfocamos en el espacio de Rindler, *i.e.* un marco de referencia uniformemente acelerado en el espacio de Minkowsky. Estudiamos a detalle el modo cero de este sistema.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-004451

11:00-13:00 La regla "mertoniana" de la velocidad media *José Luis Álvarez García (*jose.l.alvarezgarcia@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Durante la Baja Edad Media en las Universidades de Oxford y París se estudiaba el problema de la variación de las formas. Al principio, estos estudios eran realizados desde un punto de vista aristotélico, pues para el filósofo griego existían cuatro tipos de cambio (sustancial, cualitativo, cuantitativo y local) y su física era una física de cualidades y no era posible matematizarla. Paulatinamente, estos estudios se fueron enfocando al problema del cambio local y poco a poco fueron introducidos elementos matemáticos (geométricos). Es así como un grupo de pensadores del Colegio Merton de la Universidad de Oxford conocidos como "Los Calculadores" comenzaron a introducir conceptos como el de movimiento con rapidez uniforme y uniformemente acelerada. Este grupo estaba formado por Thomas Bradwardine, William Heytesbury, Richard Swineshead y John Dumbleton. La famosa "regla mertoniana" o "teorema de la velocidad media" fue establecida allí y es considerada como la más simple y primordial contribución a la física por parte de la ciencia medieval. Estudios de este tipo también fueron realizados, en la misma época, por pensadores de la Universidad de París. Esta regla era conocida por Galileo y le sirve para fundamentar sus estudios sobre el movimiento, los cuales inicia desde un marco aristotélico llegando a un callejón sin salida, pero al abandonar el marco impuesto por la filosofía de Aristóteles y adoptar la física arquimediana funda la cinemática moderna.

Historia y Filosofía de la Física - LXV-006157

11:00-13:00 Teoría y Observación en la Ciencia *Christopher Jair Miramontes Valenzuela (*a218223878@unison.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Byron Jesús Encinas Velázquez (*byronencinas@gmail.com*), Universidad de Sonora;

Arnulfo Castellanos Moreno (*arnulfo.castellanos@unison.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

En el siguiente proyecto se expondrán una serie de trabajos representativos de los puntos de vista más influyentes, durante la segunda mitad de nuestro siglo, sobre el problema de la distinción y la relación entre teoría y observación en ciencia. En estos trabajos se analiza también el papel de lo teórico y de lo observacional, tanto en la formulación como en la contrastación y aceptación del conocimiento científico. La secuencia de los artículos está pensada de tal manera que ofrezca una visión global del desarrollo de los problemas y de la evolución de las diferentes perspectivas desde las cuales se han abordado. Se hará especial énfasis en las contribuciones de Carnap, Maxwell, Hempel, Hanson, Kuhn y Feyerabend ya que constituyen una referencia clásica dentro del campo.

Información Cuántica - LXV-004488

11:00-13:00 Óptica cuántica experimental en el espacio-fase. *Erick Barrios Barocio (*e.barrios@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En la actualidad, en el ámbito de la óptica cuántica experimental, existen dos métodos generales para caracterizar estados de la luz basados en el tipo de sistema de detección opto-electrónico utilizado. El más común, por razones históricas, es el basado en conteo de fotones (variables discretas), el cual caracteriza el estado a partir de la estadística de detección; el segundo permite caracterizar estados en el espacio-fase cuántico (variables continuas) a través de la medición de cuadraturas del campo óptico. En esta plática se dará una descripción general de como implementar un sistema de medición en variables continuas, en particular el denominado como Tomografía de Estado Cuántica por Detección Homodina, el cual está ganando terreno gracias a que utiliza tecnología relativamente accesible y permite estudiar la luz con propiedades cuánticas desde otra perspectiva. Esto no solo es de utilidad para la investigación sino también para la enseñanza. Se darán detalles sobre su implementación, la cual se está llevando a cabo en un laboratorio de enseñanza de óptica cuántica, así como de algunos resultados preliminares que permiten tener buenas perspectivas de desarrollo.

Información Cuántica - LXV-004612

11:00-13:00 Entanglement rate en sistemas de tres cúbits *Andrea Valdés Hernández (andreaavh@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Luis Joel Hernández Martínez (luisj@estudiantes.fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Estudiamos la evolución dinámica del entrelazamiento en estados de tres cúbits tipo W y GHZ usando el *entanglement rate* Γ . El entanglement rate cuantifica la producción de enredamiento y es igual a la derivada temporal de una medida de entrelazamiento. En este trabajo usaremos diversas medidas como el tangle o la medida de Meyer-Wallach. Aplicaremos la expresión de Γ a diversos modelos físicos como el modelo anisotrópico de Heisenberg de cadenas de espines.

Información Cuántica - LXV-004727

11:00-13:00 Controlling Magnetism with Spinor Quantum Optical Lattices **Santiago Francisco Caballero Benitez (scaballero@fisica.unam.mx), Instituto de Física, LSCSC-LANMAC, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

We theoretically study ultracold bosonic atoms with spin degrees of freedom trapped in an optical lattice (classical) inside a high-Q cavity system. We propose a model for the system leading to an effective extended Bose-Hubbard model[1], with an effective structured long range magnetic cavity mediated interaction[2]. This is motivated by recent experimental achievements with S=1 spin BEC in a high-Q Cavity in the weakly interacting limit[3,4] and lattices inside high-Q cavities[5,6]. We study the interplay of magnetic phases with long range interactions in the 2D strongly interacting regime. We use exact diagonalization[7] and DMRG[8] to study quantum phase transitions and entanglement between components, as well as, control the magnetic properties of the system beyond what nature typically allows[2]. This work was supported by the grants: DGAPA- PAPIIT: IN109619, UNAM-AG810720, LANMAC-2019, and CONACYT Ciencia Básica: A1-S-30934.

[1] S. F. Caballero-Benitez and I. B. Mekhov. Phys. Rev. Lett. 115, 243604 (2015).

[2] K. Lozano-Méndez, A. H. Cásares and S. F. Caballero-Benitez, Phys. Rev. Lett. 128, 080601 (2022).

[3]M. Landini, N. Dogra, K. Kroeger, L. Hruby, T. Donner, and T. Esslinger, Phys. Rev. Lett. 120, 223602 (2018).

[4]R. M. Kroeze, Y. Guo, V. D. Vaidya, J. Keeling, and B. L. Lev, Phys. Rev. Lett. 121, 163601 (2018).

[5]J. Klinder, H. Keßler, M. Reza Bakhtiari, M. Thorwart, and A. Hemmerich, Phys. Rev. Lett. 115, 230403 (2015).

[6]R. Landig, L. Hruby, N. Dogra, M. Landini, R. Mottl, T. Donner, and T. Esslinger, Nature (London) 532, 476 (2016).

[7]J. M. Zhang and R. X. Dong, Eur. J. Phys. 31, 591 (2010).

[8]U. Schollwöck, Ann. Phys. (Amsterdam) 326, 96 (2011).

Información Cuántica - LXV-004794

11:00-13:00 Pauli component erasing quantum channels *Carlos Francisco Pineda Zorrilla (carlospgmat03@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; David Dávalos (davidwarro@gmail.com), Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences; Francois Leyvraz (f_leyvraz2001@hotmail.com), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Alejandro Fonseca (alejofonseca4@gmail.com), Departamento de Física, CCEN, Universidade Federal de Pernambuco;

**José Alfredo De León (josedleon@estudiantes.fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La decoherencia de los sistemas cuánticos se describe mediante canales cuánticos. Sin embargo, comprender por completo dichos canales, especialmente en sistemas de muchas partículas, sigue siendo una tarea difícil. En este trabajo proponemos la familia de mapeos cuánticos que conservan o borran por completo las componentes de un sistema de muchos qubits en la base de "Pauli strings"; llamamos a estos mapeos "Pauli component erasing (PCE) maps". Para los canales cuánticos correspondientes, mostramos que las componentes preservadas pueden interpretarse como un subespacio vectorial finito, del cual derivamos varias propiedades y completamos la caracterización. Además, mostramos que la familia de canales cuánticos obtenida forman un semigrupo y derivamos sus generadores. Usamos esta estructura simple para determinar implementaciones físicas y conectar a la familia de canales obtenida con procesos markovianos.

Información Cuántica - LXV-005115

11:00-13:00 Criptografía Cuántica con estados de fase *Marcela Maribel Mendez Otero (motero@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Luis Manuel Arévalo Aguilar (lartevalo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Abril Vargas Cortés (abrilito.vargas@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los sistemas criptográficos actuales se han puesto en riesgo con el avance tecnológico de los últimos años, sobre todo con el probable desarrollo de la computación cuántica. Por este motivo, la criptografía cuántica es uno de los nuevos campos de investigación en auge, pues busca hacer uso de los sistemas cuánticos y de los principios básicos de la mecánica cuántica para desarrollar nuevos sis-

temas criptográficos. Un aspecto relevante de la criptografía cuántica parte de la forma de compartir la clave entre el emisor (Alice) y el receptor (Bob) para poder realizar la comunicación, lo que introduce los protocolos de Distribución Cuántica de Claves (siglas en inglés QKD) que son aquellos métodos de comunicación donde se aplican propiedades de mecánica cuántica para generar una clave aleatoria y segura, teniendo como una propiedad clave la detección de un espía (Eve) que desee obtener información. Uno de los protocolos más relevantes es el BB84, que es el primer protocolo de criptografía cuántica propuesto en 1984 por Bennett y Brassard, este protocolo maneja estados de polarización en los cuales se codifica la información; sin embargo, actualmente se está trabajando en otro tipo de protocolos criptográficos en donde la codificación de la información se da en las fases, estos criptosistemas pueden ser implementados a través de interferómetros, como el interferómetro de Mach-Zehnder, la relevancia de estos criptosistemas radica en que la implementación experimental puede representar mayores facilidades respecto a los de fotones individuales. En este trabajo se comparan los dos protocolos, el de polarización y el de fase, y se investiga la seguridad cuando se usa una superposición discreta.

Información Cuántica - LXV-005152

11:00-13:00 **Simulation with Artificial Intelligence of Bosonic Systems in Quantum Optical Lattices** Santiago Francisco Caballero Benitez (*scaballero@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Luis Arturo Juárez Villegas (*luisjuarez@estudiantes.fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

Ultracold systems in optical lattices have become a great alternative for study of effects due to interactions of quantum particles. Interactions can be controlled easily and highly tuneable, while there are many experimental implementations[1]. The main problem simulating computationally these systems is that classical computational algorithms are not efficient even using supercomputers[2]. There have been implementations for simulating interacting bosonic systems with machine learning using feed-forward neural networks[3] and Quantum Machine Learning[4]. These methods are promising for solving quantum many-body problems of ultracold atoms in optical lattices. We analyze the behaviour of these methods in more complex physical systems e.g. systems of ultracold atoms in optical lattices inside high-Q optical cavities [5,6]. This work was supported by the grants: DGAPA-PAPIIT: IN109619, UNAM-AG810720, LANMAC-2019, and CONACYT Ciencia Básica: A1-S-30934.

[1] F. Schäfer, S. Sugawa, Y. Takusa, Y. Takashi, Nature Review Physics 2, 411-425 (2020). [2] C. Gross, I. Bloch, Science 357, 995-1001 (2017) .

[3]H. Saito, Journal of the Physical Society of Japan 86, 093001 (2017).

[4] J. Biamonte, P. Wittek, N. Pancotti, P. Rebentrost, N. Wiebe, S. Lloyd, Nature 549, 195-202 (2017). [5] S. F. Caballero-Benitez, I. B. Mekhov, Physical Review Letter 115, 243604 (2015).

[6] A. Camacho-Guardia, R. Paredes and S. F. Caballero-Benitez, Physical Review A. 96, 051602 (2017)

Información Cuántica - LXV-005301

11:00-13:00 **Arquitectura híbrida cuántica-clásica de red neuronal para reconocimiento de partículas** Guohua Sun (*sunghdb@yahoo.com*), Centro de Investigación en Computación - Instituto Politécnico Nacional; Didier Ojeda Guillén (*dogphysics@gmail.com*), Escuela Superior de Cómputo - Instituto Politécnico Nacional; *José Luis Castro García (*cuentaljcg@gmail.com*), Escuela Superior de Cómputo - Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Uno de los principales objetivos de los programas experimentales del LHC es el descubrimiento de nuevas partículas. Esto requiere la identificación de señales de partículas exóticas entre señales de fondo inmensos. El aprendizaje automático se ha utilizado para este fin durante mucho tiempo, y con el progreso de las tecnologías cuánticas, el aprendizaje automático cuántico podría convertirse en una poderosa herramienta para el análisis de datos en la física de alta energía. Con la llegada de los nuevos dispositivos de computación cuántica de escala intermedia, es posible explotar la capacidad del hardware para aplicaciones de aprendizaje automático; sin embargo, la escala y la utilidad de algunos algoritmos de aprendizaje automático cuántico todavía están muy limitadas por el hardware actual que se usa para entrenarlas. Por estas razones, se han buscado alternativas que aprovechen la ventaja de los circuitos cuánticos variacionales mientras se utiliza hardware convencional como herramienta de apoyo. En este trabajo comparamos el rendimiento de los circuitos variacionales cuánticos contra una arquitectura híbrida cuántica-clásica de red neuronal con el objetivo de diferenciar entre la señal y el fondo en conjuntos de datos físicos.

Información Cuántica - LXV-005373

11:00-13:00 **Autoorganización de átomos ultrafríos en una red óptica repulsiva y una cavidad.** Santiago Francisco Caballero Benítez (*scaballero@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, LSCSC-LANMAC, Universidad Nacional Autónoma de México; *Adrián Ulises Ramírez Barajas (*adrianulisesramirez@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, LSCSC-LANMAC, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Al colocar un gas atómico ultrafrío dentro de una cavidad, el acoplamiento luz-materia incrementa y se genera una dinámica atómica no lineal. Las interacciones mediadas por la luz resultan útiles para la simulación cuántica de modelos con efectos de corto y largo alcance. En el presente trabajo se estudian átomos bosónicos en una red óptica repulsiva dentro de una cavidad a temperatura cero. El sistema estudiado presenta una fase normal y una autoorganizada o superradiante, en la que la dispersión de luz hacia la cavidad es energéticamente favorable. En consecuencia, emerge una red óptica en el eje de la cavidad y los átomos se autoorganizan, favoreciendo esto a su vez la dispersión de luz. A diferencia de trabajos previos [1] donde se considera el sistema sin interacciones en el espacio de momento, se trabaja en el espacio real, donde se obtiene información sobre la distribución atómica, similar a [2,3]. Además, se incluyen interacciones fuertes in situ entre los átomos y se analizan las fases emergentes en el régimen de correlaciones cuánticas fuertes.

Este trabajo se realizó con los apoyos: DGAPA-PAPIIT: IN109619, UNAM-AG810720, LANMAC-2019, y CONACYT Ciencia Básica: A1-S-30934.

Referencias:

- [1] P. Zupancic, D. Dreon, X. Li, A. Baumgärtner, A. Morales, W. Zheng, N. R. Cooper, T. Esslinger, and T. Donner, *Phys. Rev. Lett.* 123, 233601 (2019).
- [2] S. F. Caballero-Benitez and I. B. Mekhov, *Phys. Rev. Lett.* 115, 243604 (2015).
- [3] K. Lozano-Méndez, A. H. Cásares and S. F. Caballero-Benitez, *Phys. Rev. Lett.* 128, 080601 (2022).

Información Cuántica - LXV-005466

11:00-13:00 **Trampa magneto-óptica del Laboratorio de Óptica Cuántica de Rydberg** *Asaf Paris Mandoki (asaf@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Leonardo Uthoff Rodríguez (uthoff@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

Eduardo Esquivel Ramírez (edy_95fis@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Edgar Giovanni Alonso Torres (giovanni.alonso@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Trampa magneto-óptica del Laboratorio de Óptica Cuántica de Rydberg

En el Laboratorio de Óptica Cuántica de Rydberg se pretende investigar la interacción entre luz láser y materia. Utilizando átomos altamente excitados (de Rydberg) en un medio es posible cambiar las propiedades ópticas de dicho medio, como resultado se tienen efectos no lineales a nivel de fotones individuales. Además, las propiedades de los átomos de Rydberg son exageradas en comparación con los átomos en estado base, esto se debe de considerar

en la realización de experimentos así como el diseño de la propia cámara de vacío.

En el trabajo se presentarán los avances del laboratorio en el aparato experimental, en particular, en la cámara de vacío y los componentes ópticos que sirven para implementar una trampa magneto-óptica (MOT) y un haz de imagen. Mediante un sistema de control y un programa de adquisición de imágenes desarrollado en el laboratorio se pueden obtener diversas mediciones para caracterizar y optimizar la MOT, obtener imágenes de absorción con el fin de calcular el número de átomos atrapados y la temperatura de la nube. Se expondrán proyectos futuros de la cámara de vacío para poder llevar a cabo experimentos con átomos de Rydberg.

Información Cuántica - LXV-005752

11:00-13:00 **Simulación digital de Hamiltonianos en una computadora cuántica** *Jorge Gustavo Hirsch Ganievich (hirsch@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares;*

**Miguel De Jesús González Martínez (mjgm.fisica@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Una de las aplicaciones que se busca implementar en una computadora cuántica es la simulación de sistemas físicos, en particular la simulación de Hamiltonianos que hoy en día es difícil de llevar a cabo en una computadora clásica. La idea detrás de la simulación digital en una computadora cuántica es realizar la evolución temporal de un estado aplicando el conjunto de compuertas cuánticas nativas que la computadora cuántica pueda realizar de manera eficiente, esperando en un futuro muy cercano, el tiempo de cómputo en estos nuevos dispositivos supere al cómputo clásico.

Uno de los métodos utilizados para hacer esta simulación digital es el llamado "Trotterización", de manera breve, consiste en hacer una aproximación a primer orden del siguiente tipo $e^{\hat{A}+\hat{B}} \approx e^{\hat{A}}e^{\hat{B}}$, en donde los operadores \hat{A} y \hat{B} no conmutan. El objetivo de hacer la Trotterización es ir descomponiendo la matriz de evolución unitaria de un estado $|\psi(t)\rangle = \hat{U}(t)|\psi(0)\rangle$ en operadores nativos que una computadora cuántica en particular pueda implementar. Principalmente se busca descomponer la matriz de evolución temporal $\hat{U}(t)$ en operadores de uno y dos qubits (podrían utilizarse operadores de más qubits pero esto depende directamente de las características de la computadora cuántica).

Dado que es una aproximación se necesita entonces investigar el rango de parámetros en donde es válida, para ello se propone utilizar indicadores de caos cuántico debido a que al realizar la Trotterización el sistema efectivo resultante es un sistema tipo Floquet (Hamiltonianos dependientes del tiempo en forma periódica) y se puede realizar una asociación de la proliferación de errores provenientes de la Trotterización con la presencia de caos cuántico.

- [1] Smith et al., npj Quantum Information (2019) 5:106
 [2] Heyl et al., Sci. Adv. 2019;5: eaau8342
 [3] Peter Zoller et al., npj Quantum Information (2019) 5:78

Información Cuántica - LXV-006055

11:00-13:00 **Cuantificación del entrelazamiento en condensados de Bose-Einstein de espín-1 a temperatura finita** *Francisco Mireles Higuera (fmireles@cnyu.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;*

Eduardo Serrano Ensástiga (edensastiga@ens.cnyu.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México;

**Alberto Santiago Solís (g6_sant17@ens.cnyu.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Condensados de Bose-Einstein (BEC) con espín diferente de cero como grado de libertad fueron creados por primera vez en 1998 [1], abriendo una nueva área de estudio en sistemas atómicos ultrafríos y de muchos cuerpos. El condensado obtiene fases de espín exóticas debido a las interacciones no triviales entre los espines. Por otro lado, al ser un estado cuántico macroscópico, se han analizado sus posibles aplicaciones para la realización de algoritmos de información cuántica [2] en donde el entrelazamiento es un ingrediente esencial. En este trabajo, calculamos la medida de entrelazamiento llamada negatividad de la fase del espín de BEC de espín-1 en especies atómicas con interacción dependiente de espín antiferromagnética, en particular de Sodio 23 (^{23}Na). Se estudia la dependencia de la medida de entrelazamiento con respecto a la temperatura y bajo la presencia de campos electromagnéticos que generan interacciones del tipo Zeeman lineal y cuadrático. La dependencia de la temperatura es estudiada con la aproximación de Hartree-Fock, el cual permite hacer un análisis tanto numérico como analítico [3]. E.S.-E. agradece la financiación a través de becas posdoctorales de CONACyT y DGAPA-UNAM. F.M. también agradece el financiamiento de DGAPA-UNAM a través del proyecto PAPIIT No. IN113920. [1] D. M. Stamper-Kurn, M. R. Andrews, A. P. Chikkatur, S. Inouye H.-J. Miesner, J. Stenger and W. Ketterle, Phys. Rev. Lett. 80, 2027 (1998). [2] M. Lewenstein, A. Sanpera, and V. Ahufinger, Ultracold atoms in optical lattices: simulatin quantum many-body systems, OUP Oxford (2012). [3] E. Serrano-Ensástiga and F. Mireles, Phys. Rev. A 104, 063308 (2021).

Instrumentación - LXV-005100

11:00-13:00 **DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN AMPLIFICADOR DE AUDIO CON ETAPA DE POTENCIA.** **Ricardo Cé-*

*sar Arzate Trujillo (cesar_arzate_t@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En ocasiones se necesita un amplificador con un diseño sencillo, práctico y de fácil acceso a sus elementos discretos para adaptarlo a necesidades de uso común, fines didácticos, etc. El amplificador presentado es completamente transistorizado. Está formado fundamentalmente por un amplificador de voltaje, por un amplificador de potencia en simetría complementaria y con retroalimentación negativa.

La compensación para reducir la distorsión de cruce es por transistor, la retroalimentación es en continua. El diseño tiene la ventaja que se puede modificar según el intervalo de voltaje en la señal de entrada, la fuente de alimentación, la impedancia de la bocina, la potencia de salida, el ancho de banda; esto es, sólo se necesita seguir los pasos del procedimiento.

Instrumentación - LXV-005383

11:00-13:00 **Sensor permitividad dieléctrica basado en líneas de microstrip cargadas con resonadores de impedancia escalonada para la caracterización de materiales solidos en la región de las microondas** *Erick Reyes-Vera (erickreyes@itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano;*

Camilo Rendon-Restrepo (camilorendon251384@correo.itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano;

**Sebastian Montoya-Villada (sebastianmontoya240489@correo.itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano; *Expositor.*

En años recientes la medición de la permitividad dieléctrica de materiales ha despertado gran interés en muchas aplicaciones industriales debido a que la permitividad dieléctrica puede ser relacionada con otros parámetros importantes, tales como la densidad, concentración, temperatura, etc. Por lo tanto, la caracterización de este parámetro es una gran oportunidad para desarrollar dispositivos que solucionen problemas en áreas tales como la medicina, biología, seguridad, química, entre otros. Varios métodos en la región de las microondas han sido explorados para medir la permitividad dieléctrica en líquidos y sólidos. Sin embargo, los dispositivos microondas basados en tecnologías microstrip emergen como una alternativa interesante debido a su bajo costo, fácil construcción e integración con componentes electrónicos.

En este trabajo, se propone y caracteriza un sensor de microondas que permite la caracterización dieléctrica de materiales solidos empleando resonadores de impedancia escalonada. Este sensor se caracteriza por poseer un tamaño compacto, pues sus dimensiones son de 20x20 mm y es de bajo costo en comparación con otros métodos comerciales. Para realizar el diseño y optimización de la estructura, este sensor fue modelado numéricamente usando CST STUDIO. Así mismo, la respuesta del sensor fue validada

de forma experimental en el laboratorio. Los resultados obtenidos revelan que el sensor propuesto tiene la capacidad de caracterizar diferentes materiales solidos cuya permitividad dieléctrica esté en el rango de 1 a 10.8. Además, este opera alrededor de 5 GHz, y alcanza una sensibilidad de -15.71 MHz. El dispositivo presentado en este trabajo ofrece un dispositivo de microondas compacto, reutilizable, sin etiquetas y no destructivo y allana un camino para la detección de las propiedades dieléctricas de diferentes materiales con precisión debido a su alta sensibilidad.

Instrumentación - LXV-00522

11:00-13:00 **Diseño e implementación de un Espectrómetro Czerny-Turner para el estudio de glóbulos rojos atrapados con pinzas ópticas** José Luis Hernández Pozos (*j1hp@xanum.uam.mx*), Imperial College of Science Technology and Medicine; Christian Omar Aguayo López (*dese_22022@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Aurea Nictcha Sánchez Espín (*aureaespin@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Con el propósito de estudiar el espectro Raman de glóbulos rojos de personas con y sin diabetes tipo 2 se construyó un espectrómetro tipo Czerny-Turner, útil en el visible y en el infrarrojo cercano. Utilizando espejos cóncavos con corte fuera de eje, rejillas de difracción de 600 y 1200 líneas, un fotomultiplicador de Hamamatsu modelo R12896 y fuentes de luz con frecuencias de 532, 632.8, 808 y 1064 nm hemos sido capaces de detectar señales de diversos compuestos con resoluciones teóricas por debajo de los 10cm^{-1} y hemos observado señales cercanas a lo reportado en la literatura. Se han obtenido espectros Raman de CCl_4 , CaCO_3 , LiNbO_3 para la calibración de nuestro sistema.

Instrumentación - LXV-005894

11:00-13:00 **MODELO DINÁMICO CON SIMULACIÓN PARA CONSTRUIR UN BRAZO DE ROBOT** Francisco Javier Mandujano Sánchez (*frmas@cie.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Roberto Hinojosa Nava (*hinro36@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Verónica Esther Arriola Ríos (*v.arriola@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Ricardo César Arzate Trujillo (*cesar_arzate_t@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En el desarrollo de un brazo robótico se consideran varias etapas, desde definir el propósito que tiene hasta su cons-

trucción y puesta en marcha, este proceso se inicia con el modelo cinemático siendo la base de las etapas posteriores. Cuando el uso del brazo robotizado requiere de la potencia necesaria para realizar actividades que demandan cierta fuerza, entonces es imprescindible usar un modelo dinámico, lo cual es el tema de este trabajo. Se empieza con un breve planteamiento del péndulo doble que se adapta al funcionamiento del brazo con dos articulaciones, a continuación, se le añade la fricción y se reevalúa su comportamiento para el momento en que el brazo sea conectado a los motores; para concluir esta etapa del proceso, se activan los pares o las torcas en las articulaciones para nuevamente evaluarlo, ahora con carga. Todo lo anterior es por medio de simulaciones computacionales, y dependiendo de los resultados obtenidos, se planeará la construcción y armado de los elementos para integrar el brazo físicamente.

Instrumentación - LXV-006052

11:00-13:00 **Fabricación de sensores de gas a base de una película polimérica sobre una microbalanza de cristal de cuarzo mediante drop-casting automatizado.** Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Georgina Beltrán Pérez (*gbeltran@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl (*jcastill@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Alexis Iván Bravo Sánchez (*alexis_bs18@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las narices electrónicas creadas a partir de sensores de gas, como aquellos basados en micro balanzas de cristal de cuarzo (QCM) con una película sensible depositada sobre su electrodo, pueden realizar la detección de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) altamente peligrosos sin presentar una fatiga a diferencia del ser humano. La fabricación de estos sensores se puede realizar mediante el método de drop-casting, el cual es un método de depósito de películas sensibles y tiene entre sus ventajas el ser muy fácil de implementar y muy económico. Sin embargo, el porcentaje de reproducibilidad de este método es muy bajo, por lo que se requiere un proceso de automatización. Se busca con este proceso mejorar los resultados en la caracterización de sensores, ya que se desea tener un control sobre el tipo de película sensible que se requiere para cada COV. Se fabricó un sistema de depósito automatizado, que consiste en una pipeta con graduación en microlitros y una base para el QCM. Ambas piezas son operadas por un actuador lineal con un servomotor y el usuario puede controlar el proceso mediante una interfaz gráfica. Como resultados de la automatización del método de depósito

drop-casting, se ha obtenido un incremento en la repetibilidad del espesor generado sobre la superficie del QCM para la fabricación de sensores de gas con películas poliméricas. Para la película de Etil celulosa se tiene una variación entre espesores obtenidos del 20% (0.03 μm) y para la película de Apiezon L se tiene una variación de espesores obtenidos del 14% (0.02 μm), para ambas películas se depositaron 2 microlitros por lado del QCM. De igual manera con esta automatización se ha aumentado el porcentaje de eficiencia en el proceso de fabricación de sensores de gas, ya que realizando el método de manera manual se tenía un 20% de eficiencia y se ha logrado una mejora de hasta el 82% en la obtención de sensores de gas funcionales.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004529

11:00-13:00 **Influencia de la temperatura en la funcionalización de nanoesferas de carbono y su eficiencia en supercapacitores** Román López Sandoval (*sandov@ipicyt.edu.mx*), Instituto potosino de investigación científica y tecnológica;

Marisol Reyes Reyes (*reyes.reyesm@gmail.com*), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad autónoma de San Luis Potosí;

*César Eduardo Sánchez Rodríguez (*re4cesar@gmail.com*), Instituto potosino de investigación científica y tecnológica; *Expositor.

En el presente estudio se reporta la caracterización microestructural y rendimiento electroquímico de esferas de carbono (CSs) nanométricas obtenidas a partir del pirólisis del extracto de la soya. Se ha realizado una activación química por baño ácido de las CSs variando parámetros como la temperatura del baño y concentración de los ácidos sulfúrico y nítrico. Posteriormente las muestras fueron sometidas a un tratamiento térmico para aumentar la grafiticidad. Las CSs activadas se estudiaron en términos del área superficial específica, distribución del tamaño de poro, tamaño de partícula, estructura química y comportamiento electroquímico en electrolito ácido (H_2SO_4 1,0 M). Los análisis de fisisorción de nitrógeno mostraron un notable aumento en el área superficial y distribución del tamaño de poro de las muestras que pasaron por el baño ácido a 100 °C, alcanzando hasta $610\text{m}^2\text{g}^{-1}$. Los datos de la espectroscopía infrarroja (FT-IR) mostraron que, en general, la intensidad de las bandas de los grupos funcionales anclados en las CSs aumenta cuando las muestras reciben temperatura durante el baño ácido. Los espectros Raman de las muestras tratadas térmicamente mostraron las bandas D y G característicos de los materiales de carbono mientras que sus índices ID/IG ≈ 1 indicaron un alto grado de grafitización alcanzado. Las imágenes obtenidas por microscopía electrónica de barrido (SEM) rebelaron que las CSs presentan una morfología cuasiesférica con un diámetro promedio de 30 nm, sin embargo, las muestras tratadas con ácidos redujeron su diámetro promedio a 25

nm. En la difracción de rayos X (XRD) aparecieron los dos picos de difracción típicos del grafeno a $2\theta = 25^\circ$ y 44° pertenecientes a los planos (002) y (101). Del estudio del plano (002) los valores de la distancia interplanar fueron determinados, siendo de 0.35nm. Las voltametrías cíclicas (CV) de las CSs que fueron tratadas con la mezcla de ácidos y temperatura alcanzaron capacitancias de hasta 90Fg^{-1} .

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004628

11:00-13:00 **Efecto del twisted-movimiento en modo GLAD sobre el crecimiento de 3D-NaTFM: AZO multicapa crecidas por rf-sputtering** Roman Ernesto Castro Rodriguez (*roman.castro@cinvestav.mx*), CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN;

Luis Germán Daza Casiano (*luis.daza@cinvestav.mx*), CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN;

*Zuleyma Garduño Hernandez (*zuleyma.garduno@cinvestav.mx*), CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN; *Expositor.

En el presente trabajo de investigación se describe el proceso de crecimiento de películas delgadas multicapa con estructuras nanocolumnares de óxido de zinc dopadas con aluminio (AZO, Aluminum doped Zinc Oxide) sobre sustratos de vidrio de borosilicato, para su aplicación en dispositivos antirreflejantes y espejos Bragg. Se utilizó un equipo experimental que incorpora un grado extra de libertad a la técnica GLAD (Glancing Angle Deposition), el cual incorpora movimientos de rotación azimutal y frecuencia de oscilación del plano del sustrato. El crecimiento de las películas delgadas multicapa e crecieron mediante la técnica sputtering de magnetrón por radiofrecuencia (RFMS). Las películas se depositaron fijando la frecuencia de oscilación del plano ($f = 0.5\text{hz}$) y variando la velocidad de rotación ($\omega = 15, 30, 45\text{rpm}$) sostenida alrededor del eje azimutal del sustrato obteniendo películas multicapas con un índice de refracción graduado. Se realizó la caracterización física de las películas multicapa crecidas con equipos SEM (Scanning Electron Microscopy) y difractor de rayos-X, al igual que la caracterización óptica con un equipo de espectrometría UV-Visible. En las imágenes SEM se observaron nanocolumnas verticales bien definidas, con variación del diámetro en lo largo de las columnas. La transmitancia óptica promedio fue superior al 80 %, que demuestra que las películas poseen una alta transparencia en la región visible del espectro.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004784

11:00-13:00 **Modelo $\alpha - T^3$ con periodicidad Kekulé** Ramon Carrillo Bastos (*ramoncarrillo@uabc.edu.mx*), Universidad Autónoma de Baja California;

*Luis Eduardo Sánchez González (lsgm16308@gmail.com), Universidad Autónoma de Coahuila; *Expositor.

El grafeno ha sido objeto de estudio de una gran cantidad de trabajos científicos, la razón de esto es debido a sus propiedades electrónicas y de transporte. Una de esas propiedades es que los electrones en él se comportan como fermiones relativistas sin masa, descritos por la ecuación de Dirac; esto dio inicio al estudio de una nueva clase de materiales: los materiales bidimensionales. Existen variaciones del grafeno que también presentan propiedades interesantes, en particular la distorsión de enlace con periodicidad Kekulé y que genera que la celda unitaria se triplique. Otra variante es el modelo de red de dados, o en general modelo $\alpha - T^3$, que consiste en la red del grafeno (sitios A y B por celda unitaria) con la adición de un sitio (C) en el centro de cada hexágono conectado a un solo tipo de sitio (B), este modelo tiene una estructura de bandas idéntica a la del grafeno con la excepción que se tiene una banda adicional, una banda plana.

En este trabajo se presenta un modelo híbrido que consiste en la red de dados con distorsión de enlace con periodicidad Kekulé, es decir, los sitios que se encuentran en los centros de los hexágonos aparecen con la periodicidad Kekulé. Mediante un modelo de amarre fuerte a primeros vecinos se calculó la estructura de bandas y se analizó las propiedades variando los diferentes parámetros.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-004954

11:00-13:00 Modelación biológica para el diseño, simulación y procesamiento de andamios para regeneración ósea por impresión 3D Marco Antonio Morales Sánchez (spinor70@yahoo.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Química;

Martín Rodolfo Palomino Merino (palomino@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas;

Ricardo Agustín Serrano (ragustin@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas;

*Rebeca Franco Reyes (rebeca.rfr9@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.

El remodelado óseo se produce de forma asíncrona en múltiples lugares del esqueleto adulto e implica la resorción por parte de los osteoclastos, seguida de la formación de hueso nuevo por parte de los osteoblastos. Las alteraciones del remodelado óseo contribuyen a la patogénesis de trastornos como la osteoporosis y la artrosis. En el presente trabajo, construimos un modelo matemático de interacciones autocrinas y paracrinas entre osteoblastos y osteoclastos que permite calcular la dinámica de la población celular y que también describe el proceso de remodelación ósea desde el punto de vista biológico, además, demostrar de las simulaciones que la dinámica no lineal del sistema

puede explicar los diferentes efectos de este mismo en la remodelación ósea in vitro e in vivo para posteriormente, mediante la impresión 3D obtener andamios de materiales que logren ser biocompatibles.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005159

11:00-13:00 Simulación de la Interacción de grupos CO_2 con redes de carbono dopadas con nitrógeno. Cesar Nieto Delgado (cesar.nieto@ipicyt.edu.mx), IPICYT;

*Pablo Guillermo Nieto Delgado (guillermo.nieto@uaslp.mx), DFM UASLP; *Expositor.

La ciencia ambiental es uno de los campos contemporáneos de la ciencia donde se ha dado un crecimiento importante; una de las líneas de mayor aplicación es la de tratamiento de absorción de contaminantes mediante carbono, en el presente trabajo planteamos modelos moleculares de redes carbono dopadas con nitrógeno, las cuales han mostrado tener una alta eficacia en la captura de CO_2 . Mediante softwares de simulación computacional, planteamos moléculas de CO_2 en la cercanía de la red de carbono, y cuantificamos cuales son las configuraciones iniciales más favorables para la interacción del CO_2 con la red molecular.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005221

11:00-13:00 Optimización de las condiciones de depósito de películas de VO_x preparadas por la técnica de erosión iónica Ma. De La Paz Cruz Jáuregui (mcruz@ens.cnyn.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. CENTRO DE NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGÍA;

Duilio Valdespino Padilla (duilio.valdespino.padilla@uabc.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA;

Gerardo Rafael Brito Reyes (g8_brito19@ens.cnyn.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. CENTRO DE NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGÍA;

*Luis Fernando Cordova Cortez (luis.fernando.cordova.cortez@uabc.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA; *Expositor.

Actualmente los combustibles fósiles son la fuente principal de energía en el mundo, lo cual ha provocado un impacto significativo en nuestro medio ambiente. Por lo que se buscan alternativas limpias para la generación de electricidad, una de estas son las celdas solares basadas en perovskita (CSPs), las cuales prometen una mayor eficiencia sin comprometer al medio ambiente además de bajar los costos de producción. Sin embargo, aún es necesario encontrar mejores materiales para la capa transportadora de huecos (CTHs). Una de las opciones que pueden cumplir con este propósito es utilizar óxido de vanadio (V_2O_x /

VOx) porque ofrece bajo costo de producción, estabilidad en el ambiente además de propiedades ópticas y eléctricas favorables. Es por eso que en este trabajo se prepararon películas por la técnica de erosión iónica, utilizando un blanco de vanadio, variando los parámetros de temperatura [350 oC, 450 oC], potencia [50 W, 100 W] y presión de argón+oxígeno [2 mTorr, 2.4 mTorr]. Las muestras fueron caracterizadas por difracción de rayos x, microscopía electrónica de barrido, elipsometría y el método de de cuatro puntos, esto para determinar las condiciones óptimas de depósito para obtener las películas con las mejores características para ser utilizada en celdas solares basadas en perovskitas.

Agradecimientos:

Al M.C. Raúl Campos y al M.C. Pedro Casillas por su apoyo técnico. Este trabajo fue apoyado por CONACYT, proy. A1-S-14758.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005284

11:00-13:00 Estudio optico y mecánico del poliestireno y el poliestireno expandido *Enrique López Moreno (elmlx@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM;*

Víctor Aguilar Velázquez (vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM;

Edna Magdalena Hernández González (ednah@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM;

**Andrea Cabrera Zamora (andrea.cabrera@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.*

El poliestireno expandido comunmente conocido como "Shrinky Dink" ha tomado relevancia por su bajo costo para generar electrodos (Analytical Methods, 2021, vol.13, p. 874-883), construir microcanales (Lab Chip, 2008, vol. 8, p.170-172), hacer sistemas autoensamblables (Soft Matter, 2012, vol. 8, p. 1764-1769) y para hacer litografía suave (Nano Lett. 2011, vol. 11, p. 311-315). En este trabajo estudiamos las propiedades ópticas y mecánicas de este material antes y después de calentar por 5 min a 120°C, es decir sin expandir y expandido respectivamente. Estudiamos el cambio del índice de refracción por interferencia y por el método de alturas aparentes, dando una diferencia del 6%. El cambio de la absorbancia parece ser despreciable. El cambio en el módulo de flexión fue determinado por el método de tres puntas y doblando el material . El módulo de Young fue determinado obteniendo su frecuencia de vibración.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005291

11:00-13:00 Influencia de los parámetros físicos de fabricación en fibras coaxiales de quitosano y óxido de polietileno durante su electrohilado *Claudia Olivia Mendoza Barrera (cmendoza@fcfm.buap.mx), Facultad*

de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Víctor Manuel Altúzar Aguilar (valtuzar@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Efrain Rubio Rosas (efrain.rubio@correo.buap.mx), Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Josue Froylan Perzabal Dominguez (josuefroylan@gmail.com), Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Luis Fernando Hernández De La Rosa (luisfernando.herro@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Emmanuel Tamariz López (emmanuel.tamarizlopez@viep.com.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Emanuel Tamariz-López, Luis F. Hernández de la Rosa, Josué F. Perzábal-Domínguez, Efrain Rubio-Rosas, Víctor Altuzar, Severino Muñoz-Aguirre, Claudia Mendoza-Barrera,*

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Facultad de Ingeniería Química, Dirección de Innovación y Transferencia de Conocimiento, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla 72570, Mexico

*cmendoza@fcfm.buap.mx

Los parámetros que influyen en la fabricación de fibras por la técnica de electrohilado pueden dividirse en tres: Parámetros de la solución (solvente, concentración, conductividad, tensión superficial, viscosidad, peso molecular); del proceso (velocidad de inyección, voltaje aplicado, distancia entre colectores, tipo de colector, velocidad del colector) y medioambientales (temperatura y humedad). En el presente trabajo se variaron y compararon los parámetros del proceso al fabricar fibras bicapa del sistema óxido de polietileno (PEO) como núcleo y óxido de polietileno/quitosano (PEO/QN) como capa externa, empleado en tres concentraciones (0:100, 20:50 y 50:50 %p/v). Se emplearon dos colectores con diferentes morfologías (plano y cilíndrico), velocidades (0 y 250 rpm, respectivamente) e inyectores (simple y con 5 capilares). Los resultados por microscopía electrónica de barrido y fuerza atómica muestran que el diámetro disminuye y se presentan fibras más lisas cuando se emplea un colector cilíndrico rotante que cuando se emplean un colector plano fijo. Así mismo, que el incremento de PEO en la capa externa genera fibras más uniformes. Estudios por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier permitieron determinar los terminales reactivos propios de los precursores, mientras que sus propiedades térmicas fueron determinadas por calorimetría diferencial de barrido y termogravimetría.

Agradecimientos. Proyecto CONACYT CB-2016 No. 286652

11:00-13:00 **Método de balance de energía para determinar los estados de polarización de ondas elásticas.** *Martin Eduardo Molinar T (martinmolinar@gmail.com), Comisión Nacional de Agua CONAGUA Hermosillo;*

Carlos Figueroa Navarro (carlos.figueroa@unison.mx), Universidad de Sonora Departamento de Ing. Industrial;

Oscar Rubén Gómez Aldama (oscar.gomez@unison.mx), Universidad de Sonora campus Cajeme;

**Lamberto Castro Arce (lamberto.castro@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; *Expositor.*

Se ha hecho uso del Método de Balance de Energía para determinar las contribuciones longitudinal y transversal de los modos elásticos sagitales en estructuras multicapas sólidas periódicas, con y sin defectos. El promedio - balance - de energía de deformación longitudinal y transversal en la celda unitaria determina el estado de polarización específico de las ondas. El método de supercelda es requerido para tratar los sistemas con defectos. Algunos efectos relacionados con la polarización de los modos elásticos tales como repulsión de modos o cruce de modos son discutidos.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005388

11:00-13:00 **Síntesis rápida de nanopartículas de Au, utilizando extractos de Brickellia Cavanillesii a baja temperatura.** *Marco Antonio Meraz-Melo (marco.meraz@puebla.tecnm.mx), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla;*

Omar Flores-Sanchez (omar.flores@puebla.tecnm.mx), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla;

Jaime Santoyo-Salazar (sjimmyster@gmail.com), Departamento de Física CINVESTAV-IPN;

Jose Guadalupe Vazquez Luna (jvazquez13731@hotmail.com), UNIVERSIDAD RUSA DE LA AMISTAD DE LOS PUEBLOS;

Odilón Vázquez Cuchillo (odilon.vazquez@puebla.tecnm.mx), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla;

**Ana Karen Flores Tirado (haneydelahoz@gmail.com), Colegio de Bachilleres del Estado de Puebla Plantel 15; *Expositor.*

Las nanopartículas metálicas han incrementado sus aplicaciones en los últimos años, sin embargo, sintetizarlos con rutas eco-amigables es de gran importancia para disminuir sus efectos hacia el medio ambiente, además de ser afines a nuevas aplicaciones. Las nanopartículas de oro (NP's Au) se sintetizaron utilizando extractos etanólico a 60 °C de Brickellia Cavanillesii, Para la síntesis de las nanopartículas (NP's Au) se mezcló un 0.5 de extracto aforado a

25 ml de agua destilada para adicionar 3 ml de 1.0 mM de solución de HAuCl₄. La mezcla con el reductor inicialmente fue puesta en reflujo a diferentes temperaturas (25-65 °C) y una vez estabilizada la temperatura se adiciono la solución áurica resultando el cambio de color al minuto de reacción característico de la reducción de Au⁺³ a Au⁰. Los resultados de espectroscopia de Uv-Vis muestran la banda característica de nanopartículas de Au a los 540 nm para todas las muestras la cual se ve incrementada con la temperatura de síntesis, confirmándose con análisis de XRD la fase cristalina cubica centrada en las caras (FCC). Los resultados de TEM muestran tamaños menores a los 20 nm y varían según la temperatura de reacción.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005473

11:00-13:00 **2D Nb₂CT₂ (T = H, O, S, F, Br, OH) como anodos en baterías de iones de Li** *Jonathan Guerrero Sánchez (guerrero@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México;*

Maria Guadalupe Moreno Armata (moreno@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología;

Rodrigo Ponce Perez (rponce@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México;

José Israel Paez Ornelas (josepaez@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Hector Noe Fernandez Escamilla (noefd@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología-Universidad Nacional Autónoma de México;

José De Jesus Quijano Briones (jose.quijanobrns@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León;

**Raul Eduardo Santoy Flores (santoyraul@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

El estudio de las baterías de iones de Li tiene muchas ventajas sobre otras baterías de iones, ya que tienen una alta densidad energética, son más ligeras y tienen una vida útil más larga. Nuevos materiales, como el MXene, son carburos y nitruros metálicos de transición en 2D, han mostrado resultados prometedores como ánodos en estas baterías proporcionando una química superficial abundante, espaciamientos intercalares amplios y sintonizables, una excelente hidrofilia y una conductividad sobresaliente, dando lugar a una nueva generación de baterías en cuanto a sus electrodos. En este estudio, basado en DFT, se realiza un diseño estructural sobre la funcionalización de las terminaciones superficiales con diferentes especies de átomos de la monocapa prístina de Nb₂CT₂ (T = H, O, S, F, Br, OH), y se revisan en detalle las propiedades estructurales y eléctricas de estos ánodos como la estructura de bandas electrónicas, la hibridación de los enlaces atómicos y la densidad de estados. Además, se caracteriza la interacción con iones de Li sobre estas monocapas, se resumen

las modulaciones en las capacidades catalíticas y el diseño racional de los electrocatalizadores.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005499

11:00-13:00 **Automatización de Dispositivo para Deposito químico por la técnica adsorción y reacción sucesiva de capa iónica.** Antonio Del Río De Santiago (*adelrio22@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Ismailia Leilani Escalante Garcia (*ismailiae@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmover@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Jesús Octavio Sigala Valdez (*iqsigala31@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

José Manuel Ortiz Rodríguez (*manuelortiz@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Hector Alonso Guerrero Osuna (*hectorguerrero@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas.;

*Herbert Martell Puente (*falcon9718@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En el estudio de películas delgadas se emplean diferentes técnicas una de ellas la técnica de reacción y adsorción sucesiva iónica de capas con la cual se depositan materiales semiconductores sobre sustratos sin importar el tamaño de estos, una de las ventajas es el control del crecimiento capa por capa, obteniendo así una mejor uniformidad y entendimiento del proceso. La técnica es bastante accesible en cuanto a costos, pero los sistemas comerciales para la realización de la técnica son bastante costosos, su precio suele rondar los de 59300.80MXN hasta los 157874.86MXN. En este trabajo se expone el desarrollo de un sistema de automatización para la realización de depósito químico (DC) por la técnica SILAR, brindando una opción accesible para la realización de la técnica. El método SILAR es el crecimiento capa por capa, de manera separada entre dos soluciones. El crecimiento de las películas dependerá de los siguientes factores: Inmersión: el tiempo en que el sustrato de vidrio se encuentra sumergido en la solución acuosa de reactivo complejante. Enjuague: tiempo en el que el sustrato de vidrio se encuentra sumergido en una solución acuosa para la eliminación de excesos del reactivo. Traslado: tiempo en que el sustrato se encuentra fuera de las soluciones para su traslado entre las soluciones. Ciclos: cantidad de veces que el sustrato será sumergido en las soluciones de manera repetitiva. Una vez determinados los parámetros de depósito, el sistema se programara con estos y mediante sensores de distancia y el movimiento electromecánico de diferentes componentes, este será capaz de realizar el depósito de la película de manera precisa tratando de evitar así el error humano. Además se realiza un análisis de control dando como resultado un modelo dinámico y electrónico del sistema para posteriormente emplear a mayor escala esta técnica.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005586

11:00-13:00 **Síntesis de BaAl₂O₄ por método Sol-Gel** Jose Eduardo Espinoza Rosales (*pepeespinosa58@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Epifanio Cruz Zaragoza (*ecruz@nucleares.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de Mexico;

Benito De Celis Alonso (*bdca_buap@yahoo.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Martin Rodolfo Palomino Merino (*palominohan28ith@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Montserrat Nevai Coyotl Ojeda (*hnevaih@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El desarrollo de nuevas tecnologías demanda la síntesis de materiales que posean propiedades específicas. Existen varias técnicas de síntesis de materiales, una de las más importantes y usadas es el proceso Sol-Gel, que a grandes rasgos se puede definir como la preparación de un Sol, la gelificación del Sol y la eliminación del solvente. Este método consiste en la formación de redes compuestas por elementos inorgánicos, obtenidos a través de una reacción química en una solución homogénea llamada Sol. En este Sol se van formando micelas suspendidas en el líquido que van aumentando de tamaño en función del tiempo hasta que se forma el Gel, finalmente los subproductos obtenidos son eliminados por medio de tratamientos térmicos. En el presente trabajo se hace una revisión acerca del método de síntesis mencionado aplicándolo a la formación de BaAl₂O₄ el cual forma parte de una clase importante de materiales inorgánicos derivados del Al₂O₃ y ha sido de interés debido su estabilidad química, así como sus propiedades luminiscentes. La formación del material es comprobada por medio de DRX.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005705

11:00-13:00 **Fuerzas debido a la curvatura espontánea en membranas celulares** Adriana Aguilar (*leodolffy@hotmail.com*), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA CUAJIMALPA;

*José Antonio Santiago García (*jsantiago@cua.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA CUAJIMALPA; *Expositor.

Encontramos las fuerzas elásticas actuando en membranas celulares incluyendo la contribución debido a la curvatura espontánea. Analizamos explícitamente el caso con simetría axial y encontramos las ecuaciones de equilibrio mecánico las de las fuerzas elásticas. Finalmente, soluciones numéricas de estas ecuaciones son analizadas, enfatizando las posibilidades de aplicación en fenómenos que involucran membranas celulares.

11:00-13:00 SENSOR ÓPTICO DE CONCENTRACIÓN DE COLORANTES EN DULCES MEXICANOS CON PUNTOS DE CARBONO

Vivechana Agarwal (vagarwal@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

Naveen Kumar Bogireddy (nsbogireddy@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Deyanira Ruiz Leon (deyanira.ruizlo@uaem.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

Los colorantes son esenciales para generar un atractivo visual para el consumidor, se ha encontrado en diversos estudios efectos nocivos tanto para el ambiente como para la salud de los seres vivos. Debido a que en la actualidad la población mexicana (sobre todo los niños) está expuesta constantemente a los colorantes, en este trabajo se propone el desarrollo de un sensor óptico, sintetizado utilizando materiales no tóxicos con un método simple de microondas, para medir la concentración de los colorantes en dulces mexicanos. Los puntos de carbono sintetizados fueron caracterizados mediante las técnicas de espectroscopia de luminiscencia y UV- visible. Debido a que las propiedades ópticas son estables en agua, el sensado esta basado en la disminución de la intensidad de fotoluminiscencia en presencia de colorantes. Este estudio abre la posibilidad de aplicaciones para el sensado de manera efectiva de los colorantes y contaminantes tóxicos en productos comerciales.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005732

11:00-13:00 Síntesis de plástico centellador mediante impresión 3D

Ricardo Agustín Serrano (ricardo.agustin@correo.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Martín Rodolfo Palomino Merino (palomino@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Roberto Alvarez Zavala (ralvarez@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Lino Jesús Hernández Peña (lino24jesus12@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El plástico centellador tradicionalmente se ha sintetizado usando peróxidos como catalizadores, estos catalizadores se activan con el calor, sin embargo los peróxidos no son las únicas moléculas catalíticas, existen también las moléculas foto catalíticas, cuya propiedad catalítica se activa con luz. En el presente trabajo se parte de una fórmula para síntesis de plástico centellador y se reemplaza el catalizador peróxido por un foto catalizador usado para

la impresión 3D. El resultado es un plástico centellador con un dopante extra: resina. Este proceso de síntesis de plástico centellador reduce las emisiones de vapores de estireno durante el proceso de síntesis, reduce la necesidad de moldes y abre la posibilidad a la síntesis de plástico centellador con formas tan caprichosas como sólo las técnicas de impresión 3D pueden lograr.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005819

11:00-13:00 Electrones balísticos guiados en nanocintas de grafeno bajo desorden

Ramón Carrillo Bastos (ramoncarrillo@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California;

Juan Carlos Sandoval Santana (jcss@ens.cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

**Victor Guadalupe Ibarra Sierra (ibarrasierra@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; *Expositor.*

Edgar Giovanni Robles Raygoza (erobles@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California;

Las nanocintas de grafeno son guías de onda naturales para electrones. Sin embargo, a diferencia de las muestras de tamaño micrométrico, la conductancia es casi suprimida en estos sistemas debido principalmente a la dispersión con el desorden de los bordes generado durante la síntesis o el corte. Una posible forma de reducir este efecto es implementar una guía de ondas interna que aisle modos específicos ante el desorden de los bordes y permita la conductancia balística. Existen varias propuestas para definir guías de ondas en grafeno. En este trabajo, consideramos una deformación uniaxial y potenciales escalares en una nanocinta de grafeno con terminación zigzag, donde evaluamos numéricamente el transporte electrónico de estas propuestas frente al desorden de borde y de bulto. Utilizando el enfoque de las funciones de Green, calculamos la conductancia y la densidad de estados local de nanocintas donde caracterizamos su comportamiento de estos diferentes efectos físicos de guías de ondas en ambos tipos de desorden. Encontramos una mejora general en la conductancia debido a la aparición de canales con propiedades balísticos y cuasi-balísticos frente al desorden. Los resultados mostrados en este trabajo son de interés para ser aplicados en la nanotecnología moderna.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-005924

11:00-13:00 Predicción estructural de una estructura bidimensional $Sc_2C_8P_2$: Estudio DFT

**María Guadalupe Salas Zepeda (maria.salaszpd@uanl.edu.mx), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas UANL; *Expositor.*

Alfredo Tlahuice Flores (alfredo.tlahuicefl@uanl.edu.mx), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas UANL;

Se aborda la predicción de una estructura bidimensional de carburo de escandio dopado con P ($Sc_2C_8P_2$) que presenta estabilidad dinámica y térmica. Los cálculos de base en un enfoque de ondas planas y un funcional híbrido xc HSE06 para estimar correctamente el valor de la brecha energética. La estructura está constituida por átomos de Sc y C formando una monocapa corrugada donde los átomos de P están dopando las posiciones del puente entre anillos pentagonales de carbono. La estructura presenta un band gap de 1.0 eV, lo que significa que la monocapa podría absorber en el rango IR cercano donde se esperan aplicaciones médicas. Además, estudiamos la interacción de la estructura con moléculas contaminantes.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006022

11:00-13:00 **DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES BIDIMENSIONALES BASADOS EN MONOCAPAS DEFECTUOSAS DE DISULFURO DE TUNGSTENO PARA LA ADSORCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO** *Alan Miralrio (*miralrio@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.

José Pablo Islas (*a01039660@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey;

La adsorción de moléculas de CO y NO en la monocapa de WS₂ dopada con Au, Ag, Cu o Cu₂, se ha investigado utilizando cálculos de primeros principios. La interacción entre CO o NO con la monocapa de WS₂ dopada, con átomos sustitucionales del grupo 11, es fuerte y pertenece a la quimisorción, como lo demuestra la gran energía de adsorción y la corta distancia entre la adsorción moléculas y los dopantes. Las mayores, más negativas, energías de adsorción se obtuvieron con los átomos de cobre. En comparación, las vacancias de azufre obtuvieron energías de adsorción positivas, lo que denota que las moléculas no se adsorben en este tipo de defectos. Se discuten la transferencia de carga y los cambios estructurales inducidos por la adsorción de las moléculas de gas. Se encuentra que, tanto para la adsorción de CO como de NO, hay una transferencia de carga entre los sustratos y las moléculas adsorbidas. Se discute evidencia del debilitamiento del enlace de las moléculas de CO y NO y la transferencia de carga que viene de la monocapa.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006061

11:00-13:00 **Modificación del band-gap óxido de titanio al dopar con cerio y su aplicación tratamiento de agua** Raúl Escamilla Guerrero (*raulleg@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Martín Romero Martínez (*mromero@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Eugenia Paola Arévalo López (*paola.arevalo@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México;

Arely Vergara Castañeda (*arely.vergara@lasalle.mx*), Universidad La Salle México;

Tómas Eduardo Chávez Miyauchi (*tomas.chavez@lasalle.mx*), Universidad La Salle México;

Alonso Reynoso De La Garza (*alonsozox@gmail.com*), Universidad La Salle México;

*Adriana Benitez Rico (*adriana.benitez@lasalle.mx*), Universidad La Salle México; *Expositor.

El óxido de titanio se ha utilizado como material para procesos de oxidación avanzada, los cuales representan un método eficiente y sustentable para el tratamiento de contaminantes presentes en agua. El óxido de titanio es un material semiconductor que tiene una banda prohibida (band gap) que puede ser modificada para que absorba en la región del visible, la modificación del band gap permite que este compuesto sea capaz de fotoactivarse con radiación solar y favorecer la degradación de sustancias químicas presentes en agua. La formación de soluciones sólidas con lantánidos como el cerio (Ce) [1], pueden favorecer el corrimiento del band gap debido a la transferencia de carga por la presencia de los orbitales 4f del cerio [2]. En este trabajo presentamos y discutimos resultados de la síntesis de Ti_{1-x}Ce_xO₂ para x:0.03, 0.05 y 0.07 por sol-gel en medio etanólico, la caracterización por Difracción de Rayos X, UV-Vis y microscopía electrónica de barrido, así como resultados experimentales sobre la eficiencia de este material en el tratamiento de contaminantes químicos en procesos de fotodegradación asistida por óxido de titanio dopado con cerio.

Palabras Clave: fotocatalisis, remediación ambiental,

[1] Erik Cerrato, Elisa Gaggero, Paola Calza, Maria Cristina Paganini, The role of Cerium, Europium and Erbium doped TiO₂ photocatalysts in water treatment: A mini-review, Chemical Engineering Journal Advances, Volume 10, 2022, 100268.

[2] Félix Galindo-Hernández, Ricardo Gómez, Adriana Isabel Reyes De la Torre, Ángeles Mantilla, Luis Lartundo-Rojas, Ana María Mendoza Martínez, Sandra Cipagauta-Díaz, Structural changes and photocatalytic aspects into anatase network after doping with cerium: Comprehensive study via radial distribution functions, electron density maps and molecular hardness, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, Volume 428, 2022, 113855, ISSN 1010-6030.

Materia Condensada y Nanotecnología - LXV-006065

11:00-13:00 **Electrohilado de nanofibras coaxiales del sistema óxido de polietileno-celulosa** Claudia Olivia Mendoza Barrera (*cmendoza@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Josue Froylan Perzabal Domínguez (*josue.bionano@gmail.com*), Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Esmeralda Aguilar Martínez (*esmeralda.aguilarma@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Lucía Sofía Flores Hidalgo (*lucia.floresh@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las nanofibras han ganado mucha atención en años recientes dado que tienen una amplia aplicabilidad tecnológica en áreas como la textil, ingeniería de tejidos, sensado y remediación, entre otras. Diversos polímeros, cerámicos y metales, se han empleado para la fabricación de fibras compositas por la técnica de electrohilado. Los parámetros que permiten la fabricación de ellas incluyen aquellos propios de la solución (solvente, concentración, conductividad, tensión superficial, viscosidad, peso molecular); del proceso (velocidad de inyección, voltaje aplicado, distancia entre colectores, tipo de colector, velocidad del colector) y medioambientales (temperatura y humedad). En el presente trabajo se reporta la metodología para la formación de fibras bicapa de óxido de polietileno y celulosa por la técnica de electrohilado. El diámetro promedio de las muestras se caracterizó empleando microscopía electrónica de barrido y/o de fuerza atómica.

Óptica - LXV-004538

11:00-13:00 **Caracterización de las propiedades óptica de polímeros para su uso en la fabricación de sensores pH de fibra óptica** J Gómez Pérez (*jcamas@ittg.edu.mx*), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Rubén Grajales Coutiño (*ruben.gc@tuxtla.tecnm.mx*), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

Víctor Iván Ruiz Pérez (*vruiz@unach.mx*), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas / Universidad Autónoma de Chiapas;

Jorge Luis Camas Anzueto (*jcamas@ittg.edu.mx*), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;

*Pedro Marcos Velasco Bolom (*d09270506@tuxtla.tecnm.mx*), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.

En este trabajo se presentan resultados preliminares del comportamiento de dos tipos de polímeros que son utilizados como elemento sensible en la medición de pH en el

agua. La caracterización óptica de polímeros sensibles como el Poli clorhidrato de Dialtiliamonio, Poli Acido Acrílico y el Poli Clorhidrato de Alilamina se realizó sobre un portaobjetos estándar y para su aplicación sobre un tramo de fibra óptica multimodo de 14.5 mm. El material depositado en el portaobjetos permite obtener la absorbancia del polímero, mismo que se analiza su comportamiento para su posterior uso en fibra óptica. La deposición del polímero sobre la superficie de la fibra óptica se realiza mediante la técnica de ensamble electrostático para lograr la fabricación de sensores de fibra óptica usando como parámetro de medición el cambio de pH de soluciones y la temperatura. Los resultados demuestran que estos materiales presentan un cambio físico en función a cambios de pH. Esto se observa con un medidor de potencia, ya que cuando el material es expuesto a diferentes cambios de pH, el cambio de potencia en la salida del sensor de fibra óptica es evidente, obteniendo una sensibilidad de 0.2183 uW /unidad de pH.

Óptica - LXV-004601

11:00-13:00 **Diseño y recubrimiento de ultra alta transmitancia de 12 caras de 6 prismas** Fermin Salomón Granados Agustín (*fermin@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

*Bartolome Reyes Ramírez (*breyes@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

La tecnología de película delgada es simultáneamente una de las artes más antiguas y una de las ciencias más nuevas, dado que sigue continuamente en desarrollo. En consecuencia, en este trabajo de investigación y desarrollo tecnológico se muestran 6 diseños de antirreflectoras de ultra alta transmitancia usando en su diseño el software FilmStar, para ángulos de 15.7o, 33.77 o, y usando como sustrato PBM2Y. Otro de los diseños es para ángulos 20.3 o, 34.5 o, 20.8 o, 36.5 o, para un sustrato SF57. Posteriormente, se llevaron a cabo los recubrimientos para 12 caras de 6 prismas. Las mediciones se realizaron a incidencia normal en espectrofotómetro Cary 5000. Enseguida, se realizaron las transformaciones para cada ángulo requerido y ajustado al diseño. Como resultado, se lograron recubrir prismas con películas de ultra alta transmitancia. Estos prismas formarán parte del espectrógrafo Spectrograph and Camera for the Observation of Rapid Phenomena in the Infrared and Optical (SCORPIO) que se instalará en Chile.

Óptica - LXV-004626

11:00-13:00 **Depósito de grafeno sobre taper de fibra óptica por medio de deposición óptica** Sergio Mendoza Vázquez (*smendoza@unach.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS;

Víctor Iván Ruíz Pérez (vrui@unach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS;

Elizeth Ramírez Álvarez (elizeth.ramalu@icardenas.tecnm.mx), Instituto Tecnológico de Morelia;

Christian Iván Enríquez Flores (chrienri@yahoo.com.mx), Instituto Tecnológico de Morelia;

Ariel Flores Rosas (aros8151@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS;

*Jerónimo Jiménez Hernández (jero9205@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; *Expositor.

Yuliana Mariem Espinosa Sánchez (mariem.espinosa@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS;

En el mundo de las fibras ópticas, existen diversos materiales que son de gran utilidad para que, en conjunto con estas, den lugar a la creación de dispositivos con diferentes aplicaciones, como en sensores, láseres, etc. La idea principal, al momento de idear estos dispositivos, es que los arreglos en donde se usen tengan menos elementos, en comparación con otros de igual aplicación, que sean fáciles de fabricar y que den resultados confiables y repetibles.

Entre los materiales más populares para emplearse en combinación con las fibras ópticas están los alótropos del carbono, principalmente el grafeno. El grafeno se utiliza ampliamente por tener aplicaciones como absorbedores saturables para generar Q-switch, como fotodetector (en aplicaciones más nuevas y más avanzadas), como sensores, por mencionar algunas aplicaciones.

Cuando se crean dispositivos de fibra óptica, donde se combinan las fibras con un material, un reto grande es encontrar el método adecuado para depositar el material, pues para poder obtener resultados repetibles, es necesario que se puedan controlar ciertos parámetros. El método de

deposición óptica nos da esta opción, pues con él podemos controlar el tiempo durante el que se hace el depósito y la potencia que se emplea, parámetros que repercuten directamente en el grosor del material que se adhiere a la fibra.

En este trabajo se presentará el depósito de grafeno sobre tapers de fibra óptica, usando el método de deposición óptica.

Óptica - LXV-004658

[11:00-13:00] Retrato hablado mediante sistemas lineales Jesús Escobedo Alatorre (jescobedo@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Mireya Elizabeth Ramírez Domínguez (mireya.ramirez@uaem.mx), Escuela de Técnicos Laboratoristas;

Alvaro Zamudio Lara (azamudio@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Pedro Antonio Márquez Aguilar (pmarquez@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Omar Palillero Sandoval (omar.palillero@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

Deyanira Ruiz León (deyanira.ruizlo@uaem.edu.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas;

*Kevin Martínez Franco (kevin.martinez@uaem.edu.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas; *Expositor.

Reconociendo que a un sistema lineal se le puede aplicar el principio de superposición, se toma como herramienta la transformada de Fourier para obtener el reconocimiento de personas a través de su retrato hablado, impactando en temas de seguridad y criminalística acotado a la región Mexicana. El estudio de los patrones que conforman un retrato hablado se liga directamente con un sistema lineal que permite por medio de la superposición frecuencial de dicho patrón modificar un rostro que obedezca a la descripción visual que una persona víctima de la inseguridad haya presentado alguna denuncia.

Óptica - LXV-004699

[11:00-13:00] Sensor de gas de Hexafluoruro de azufre (SF_6) con bandas combinadas Julian Moises Estudillo Ayala (julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Humberto Ramírez Gasca (hramirez@utsalamanca.edu.mx), Universidad Tecnológica de Salamanca;

Alejandro Jurado Parámo (ajparamo@utsalamanca.edu.mx), Universidad Tecnológica de Salamanca;

Juan Carlos Hernández García (jchernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

José Roberto Reyes Ayona (jr.reyes@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Juan Manuel Sierra Hernández (jm.sierrahernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Eloisa Gallegos Arellano (egallegos@utsalamanca.edu.mx), Universidad Tecnológica de Salamanca;

*Christian Alexis Salcedo Rodríguez (ca.salcedorodriguez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En este trabajo, se presenta un análisis de la viabilidad de implementar un sensor de gas de SF_6 con el estudio de sus bandas combinadas. El estudio consiste en verificar y analizar las diferentes bandas combinadas en donde el SF_6 absorbe en el mediano infrarrojo para escoger los diferentes componentes ópticos del sensor. Se realizaron mediciones con un FTIR encontrando 6 bandas combinadas en el rango de 1000 a 2000 cm^{-1} , de las cuales las bandas fundamentales son v_3 y v_4 . Para el diseño del sensor se escoge la banda combinada $v_2 + v_4$, la cual se puede comparar con los valores teóricos de la base de datos Hitran. Final-

mente se presenta los resultados de las simulaciones de los componentes ópticos del sensor y su comportamiento.

Óptica - LXV-004843

11:00-13:00 Efecto de láser con emisores en clústeres de percolación Alfredo Díaz De Anda (adiaz@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Gennadiy Burlak (gburlak@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos;

*Jesús Jonathan Martínez Ocampo (jonathan10@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

En este trabajo se estudia el efecto láser sin espejos, el láser aleatorio de percolación en 3D. La diferencia con láser convencional es que el láser aleatorio contiene estructuras desordenadas que definen la frecuencia y la dirección en las que el láser aleatorio emite la luz, la emisión de este láser es coherente y estable. Se estudia el sistema semi clásico no lineal de las ecuaciones de Maxwell en 3D que se encuentran acopladas con las ecuaciones de polarización y las ecuaciones de cuatro niveles de los nano emisores. Para las soluciones del campo electromagnético se realizan simulaciones numéricamente en 3D con el método de Diferencias Finitas en el Dominio del Tiempo (FDTD) con ayuda de los paquetes numéricos MICROSOFT VISUAL STUDIO (Visual C#).

Óptica - LXV-004868

11:00-13:00 Análisis de la amplificación de señal de un biosensor SPR: Efecto del espesor de la película delgada y tipo de metal noble Rodolfo Cortés Martínez (rcorte@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Carlos Alberto Fuentes Hernández (ca.fuentes@itsur.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato;

*Juan Daniel Peralta Villafuerte (e18120347@alumnos.itsur.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato; *Expositor.

La resonancia de plasmones superficiales (SPR) es una técnica óptica basada en la generación de plasmones polaritones de superficie. Este modo electromagnético es muy sensible a las variaciones en el índice de refracción de la superficie. Una condición general para garantizar su existencia es que un de los dos medios sea un medio activo, es decir, la parte real de la constante dieléctrica es negativa a la frecuencia de excitación, mientras que el otro medio es un dieléctrico puro. Los metales satisfacen esta condición, entre los cuales están aluminio, cobre, oro y plata, cuya parte real de la constante dieléctrica es negativa y una pequeña parte imaginaria de baja pérdida dieléctrica. En este trabajo, se investiga numéricamente el desempe-

ño del sensor usando como figura de mérito el factor de calidad Q debido al espesor y tipo de metal, así como en amplificación de señal de resonancia. Los resultados prueban que la plata es capaz de generar una mayor intensidad SPR debido a que tiene un factor de calidad mayor que el oro. Este trabajo puede contribuir al desarrollo de sensores SPR de bajo costo y alta sensibilidad en tecnología de seguridad alimentaria.

Óptica - LXV-004888

11:00-13:00 Resonancia de soliton disipativo de pulsos oscuros de un láser de fibra óptica de Er:Yb de doble revestimiento Baldemar Ibarra-Escamilla (baldemar@inaoep.mx), INAOE;

Miguel Bello-Jimenez (miguel_bello@hotmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, UASLP;

Iván Armas-Rivera (ivan_rr1@hotmail.com), INAOE;

Luis Alberto Rodríguez-Morales (beto7500@hotmail.com), INAOE;

Alejandro Reyes-Mora (alejandro_rm@inaoep.mx), INAOE;

*Manuel Durán Sánchez (manueld@inaoep.mx), INAOE; *Expositor.

Se demuestra experimentalmente la formación de pulsos rectangulares oscuros a partir de un láser de fibra de erbio-iterbio de doble revestimiento con amarre de modos en una cavidad de forma de mancuerna. El láser opera bajo un régimen de dispersión de cavidad anómala, con un mecanismo de amarre de modos pasivo que se basa en un espejo de lazo de amplificación no lineal (NALM) junto con un espejo de lazo óptico no lineal (NOLM). Esta propuesta facilita los efectos no lineales dentro de la cavidad y permite la generación de pulsos oscuros como mecanismo de amarre de modos dominante. La dinámica de la emisión de pulsos rectangulares oscuros y su evolución espectral se investigan experimentalmente en función de la potencia de bombeo.

Óptica - LXV-004914

11:00-13:00 Implementación de un láser de fibra óptica con fibra dopada de Iterbio emitiendo múltiples longitudes de onda Julian Moises Estudillo Ayala (julian@ugto.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Juan Manuel Sierra Hernandez (jm.sierrahernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Daniel Jauregui Vazquez (jaureguiid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato;

Juan Carlos Hernandez Garcia (jchernandez@ugto.mx), Centro de Investigaciones en Óptica;

Roberto Rojas Laguna (rlaguna@ugto.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Jose David Filoteo Razo (*jd.filoteorazo@ugto.mx*),
Universidad de Guanajuato;

*Jose Alejandro Montenegro Orenday (*alexandro_gto@hotmail.com*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.

En este trabajo se implementó un arreglo láser de fibra óptica en configuración de anillo con una fibra dopada de Iterbio como medio activo, este tipo de láseres emiten en la región de una micra, por lo que se utiliza fibra óptica monomodo (modelo1060XP) para esa longitud de onda, posteriormente, se agregó una sección de fibra multimodo de 15 cm de longitud (modelo SMF28), que nos sirvió como elemento generador multimodal para la obtención del láser multilongitud de onda. La diferencia en el diámetro de los núcleos permite obtener un interferómetro tipo Mach Zehnder dentro del arreglo, lo que ha dado como resultado la emisión de múltiples longitudes de onda al ir variando la corriente del diodo de bombeo (154mA a 850mA).

Al alimentar el diodo de bombeo de 154mA a 270mA, se obtuvieron cuatro emisiones laser con los siguientes datos: λ_1 a 1073.6nm con una potencia óptica de -24 dBm y una relación señal ruido de 31.36dBm de ganancia, el segundo pico $\lambda_2 = 1074.49$ nm con una potencia de -17.5dBm y SNR de 37.12dBm, se obtuvo una tercera emisión a $\lambda_3 = 1075.31$ nm, potencia óptica =-20.124 dBm y SNR=34.385dBm y una emisión en $\lambda_4 = 1076$ nm con -26.47dBm y SNR= 29.4dBm.

Al aumentar la corriente en la fuente de bombeo a 330mA, se obtiene una quinta emisión a $\lambda_5 = 1072.79$ nm con potencia -34.39dBm, pero con una relación SNR menor a 23dBm, conforme aumenta la corriente de alimentación, la potencia y la ganancia de este pico aumentan, pero, la potencia de las demás emisiones aumenta y sus ganancias disminuyen. Con una corriente de 400mA la potencia de las 5 emisiones es alta pero la mayoría de los picos tienen SNR rondando los 25dBm, aumentando la corriente cada 50mA este comportamiento es progresivo hasta formar un solo pulso alrededor de 5nm de ancho.

Óptica - LXV-004968

11:00-13:00 **Sensor de temperatura basado en interferómetro Mach Zehnder en fibra** Sheila Elvira Bazavilvazo Azua (*sheilazua@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Valentín Guzmán Ramos (*valentin.guzmanrm@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Luis Fernando Enriquez Gómez (*luisenriquezgozmez@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila;

Romeo De Jesús Selvas Aguilar (*romeo.selvasag@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

Daniel Toral Acosta (*toralacostadaniel@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León;

*Abraham Antonio González Roque (*ag_roque@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se presenta un dispositivo sensor de temperatura en el rango 100-300°C basado en un interferómetro Mach Zehnder de fibra óptica (MZFI) empleando fibra óptica estándar. Dicho MZFI se compone de dos adelgazamientos abruptos (tapers) fabricados con las dimensiones 1mm-1mm-1mm (transición de bajada-cintura de taper- transición de subida) colocados de manera consecutiva con una separación de 10mm entre sí. Mediante el uso de una fuente de luz en el rango de 1400-1650nm y un horno se aplicó un cambio de temperatura. A partir del resultado observado en el espectro óptico de salida, se determinó un corrimiento lineal en todo el rango de medición resultando una sensibilidad de 0.05nm/°C, lo cual lo hace apropiado para aplicaciones de monitoreo de temperatura en la industria.

Óptica - LXV-004981

11:00-13:00 **Refracción y absorción no lineal en nanovarillas de oro en solución coloidal.** Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología;

Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Lisandro García Lozada (*lisgarloz@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las nanopartículas metálicas son ampliamente estudiadas debido a sus posibles aplicaciones en diferentes áreas, en este trabajo se estudian experimentalmente las propiedades ópticas no lineales de tercer orden de refracción y absorción no lineal de 3 muestras de nanovarillas de oro en suspensión coloidal con diferente razón de aspecto que son: 2.25, 4.38 y 4.88. Las nanovarillas de oro fueron sintetizadas por el método de semilla de crecimiento, las cuales fueron crecidas con $AgNO_3$ a diferentes concentraciones de 1ml, 3ml y 4ml. Para caracterizar las muestras usamos la técnica de z-scan, usando como fuente de excitación un láser pulsado $Ti : Al_2O_3$ con línea de emisión alrededor de los 800nm y duración del pulso de 80fs y frecuencia de repetición de 80 – 95MHz. Se obtuvieron resultados de refracción no lineal positiva para las 3 muestras y resultados de absorción no lineal negativa para 2 muestras, de estos resultados experimentales se hace un ajuste a un resultado numérico utilizando un modelo no local [1]
[1] E.V. García Ramírez et al, Journal of optics, 13:085203, 2011

Óptica - LXV-005006

11:00-13:00 Metalentes para iluminación y el método de cuerdas Iván Moreno Hernandez (*imorenoh@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia. Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Thaire Valeria Galvan (*valeria.tgl@gmail.com*), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia. Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El método de cuerdas (también llamado método del jardinero), es uno de los métodos geométricos básicos para el análisis y diseño de concentradores de luz y óptica de iluminación en sistemas ópticos tradicionales. En este trabajo implementamos el método de cuerdas para diseñar y analizar metalentes para iluminación. Con los avances e innovaciones en óptica y fotónica de los últimos años han surgido las metalentes, lentes ultra-planas. Las metalentes se componen de una metasuperficie que consta de grupos de nano-esparcidores ópticos (metálicos o dieléctricos) espaciados por distancias muy pequeñas, menores a la longitud de onda de la luz, éstos redirigen la luz incidente para darle forma al frente de onda en función a su distribución. Las metalentes se han propuesto para cambiar los complicados sistemas compuestos de lentes tradicionales por sistemas ópticos compactos con metalentes. Aquí proponemos el análisis y diseño de metalentes por el método de cuerdas, en específico para obtener un concentrador de iluminación, compuesto de dos metalentes inclinadas.

Óptica - LXV-005043

11:00-13:00 Introducción a los haces Gaussianos huecos (hollow Gaussian beams) Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marrroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Yolanda Arrieta Aguirre (*yolanda.arrieta@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los haces Gaussianos huecos (HGB) son una clase especial de haces en forma de dona que no transportan el momento angular orbital [1]. Dichos haces tienen una amplia gama de aplicaciones en muchos campos, incluida la óptica atómica, la biofotónica, la ciencia atmosférica y la física del plasma. Estos haces se identifican por su distribución de intensidad tipo "dona", un centro oscuro encerrado por un anillo brillante. Al igual que los haces Bessel [2] y Mathieu [3] de orden superior, los HGB también tienen un perfil de intensidad de dona pero no llevan momento angular orbital.

En este trabajo se realiza un estudio teórico introductorio a la formación de este tipo de haces, se muestran las expresiones características para el campo eléctrico, intensidad y algunos perfiles de intensidad.

[1] Chaitanya, N., Jabir, M., Banerji, J. et al. Hollow Gaussian beam generation through nonlinear interaction of photons with orbital angular momentum. *Sci Rep* 6, 32464 (2016).

[2] Arlt, J. & Dholakia, K. Generation of high-order Bessel beams by use of an axicon. *Opt. Comm.* 177, 297–230 (2000).

[3] Gutiérrez-Vega, J. C., Iturbe-Castillo, M. D. & Chávez-Cerda, S. Alternative formulation for invariant optical fields: Mathieu beams. *Opt. Lett.* 25, 1493–1495 (2000).

Óptica - LXV-005077

11:00-13:00 Reconstrucción de un medio con índice de refracción gradiente usando los invariantes de Fermat Sabino Chávez Cerda (*sabino@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Nestor Lozano Crisóstomo (*n.lozano@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila;

Juan Pablo Treviño Gutiérrez (*jptrevino@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla;

Alfonso Jaimes Nájera (*ajaimes@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey;

Ana Laura Padilla Ortiz (*apadilla@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey;

*Jesús Emmanuel Gómez Correa (*jesusg@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey; *Expositor.

En las últimas décadas, el trazado de rayos en medios de índice de refracción gradiente (medios GRIN, por sus siglas en inglés) ha sido muy bien estudiado y se han propuesto varios métodos para generar el trazo de rayos. Estos métodos presentan ideas que van desde como solucionar la ecuación de la Eikonal de forma analítica hasta como solucionarla por métodos numéricos; todos estos métodos tienen algo en común: la distribución del GRIN debe de ser conocida. Sin embargo, los métodos para derivar la distribución del índice de refracción para un rayo de luz deseado determinado se han estudiado poco debido a lo difícil que es resolver este problema. En este trabajo, se presenta el método más simple de implementar y más preciso para derivar la distribución de un medio GRIN. Este método se basa en las invariantes del rayo, como lo establece el principio de Fermat, cuando los medios presentan simetrías.

Óptica - LXV-005119

11:00-13:00 A Novel Fisher Information Criterion to study Extraordinary Optical Transmission in Subwavelength Hole Arrays. Jorge Mulia Rodríguez (*jmr@uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México;

*Juan Sumaya Martínez (*jsm@uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Carlos Raul Sandoval Alvarado (*crsa@uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México;

Cristian Adan Mojica Casique (*cristian.mojica@nucleares.unam.mx*), Ciencias Nucleares, UNAM;

A novel Fisher information criterion based on the principle of minimum Fisher information [1] is presented in order to locate resonant wavelengths where field enhancement and Enhanced Optical Transmission [2] occur in the interaction of electromagnetic beams with several metallic subwavelength hole arrays. A detailed comparison with results obtained using Maxwell equations is done. Nevertheless both theories agree well, we show that the informational method is numerically more efficient and reliable. Finally as far as we know this is the first time that an informational approach is proposed to explain optical resonant phenomena [3].

References

[1] B. Roy Frieden. Physics from Fisher Information a Unification, Cambridge University Press, 1998.

[2] T. W. Ebbesen, H. J. Lezec, H. F. Ghaemi, T. Thio, P. A. Wolff, "Extraordinary Optical Transmission Through Sub-Wavelength Hole Arrays," Nature 391, 667-669 (1998).

[3] S. G. Rodrigo, F. de León-Pérez and L. Martín-Moreno, "Extraordinary Optical Transmission: Fundamentals and Applications," in Proceedings of the IEEE, vol. 104, no. 12, pp. 2288-2306, Dec. 2016, doi: 10.1109/JPROC.2016.2580664.

Óptica - LXV-005182

11:00-13:00 **Sobre la imposibilidad de una onda plana de transportar momento angular en la dirección de propagación.** Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.;

*Marco Antonio García Márquez (*mafiscant@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; *Expositor.

Clásicamente concebimos a la luz como ondas electromagnéticas capaces de transportar energía, momento lineal y momento angular. El momento angular es descrito mediante la ecuación $\vec{j} = \vec{r} \times \vec{p}$ donde $\vec{p} = \epsilon_0 \vec{E} \times \vec{B}$ es la densidad de momento lineal de la onda. De aquí se concluye que una onda plana circularmente polarizada no tiene componente de momento angular en la dirección de propagación, sin embargo, esta componente fue medida experimentalmente por R. A. Beth [1]. Esta contradicción surge del hecho de considerar ondas planas de extensión infinita. Los haces reales de luz están limitados espacialmente por sí mismos o bien por el sistema óptico en el que inciden y esta extensión finita da lugar a que los campos eléctrico y magnético tengan componentes en la dirección de propa-

gación [2]. En este trabajo se discuten las expresiones que describen los campos eléctrico y magnético de una onda circularmente polarizada de extensión finita, con frentes de onda planos, con el objetivo de obtener su momento angular.

[1] Beth, R. A. (1936). Mechanical Detection and Measurement of the Angular Momentum of Light. Physical Review, 50(2), 115–125.

[2] Jackson, J. D. (1998). Classical Electrodynamics. Wiley.

Óptica - LXV-005276

11:00-13:00 **Numerical Computation of Fluorescence Lifetime to Evaluate the Coupling of NV Centers in Plasmonic Nanostructures using the Local Density of States** César García Ortiz (*cegarcia@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey;

Víctor Manuel Coello Cárdenas (*vcoello@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey;

*Rodolfo Cortés Martínez (*rcortes@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad Monterrey; *Expositor.

We present in this work the numerical computation of fluorescence lifetime to evaluate the coupling of NV Centers into plasmonic nanostructures as a function of distance using the density of states. Quantum emitters (QEs) are used as single-photon sources in quantum technologies such as quantum communication and quantum information. Examples of QEs are nitrogen-vacancy defect centers in diamonds. The QEs are quantum systems; when they absorb a photon, it becomes excited, After a time, T (called lifetime fluorescence) experiments a decay by spontaneous emission emitting a photon of lower energy.

One of these channels is through a non-radiative decay channel, such as coupling into a plasmonic mode when interacting with the plasmonic structure. The decay rate of an emitter into a plasmonic mode can be numerically computed using the projected local density of states (LDOS) for the plasmonic mode. Using the method of Green's function through the dyadic Green's and taking the imaginary part of Green's function, we calculate the LDOS numerically using FDTD, where we model the fluorescent nanodiamond as oscillating dipole as sources in Maxwell's equation to produce electromagnetic fields. Through the Purcell factor, we calculated the emission rate and the lifetime of the color centers NV; through the rate decay and lifetime, we can evaluate the coupling efficiency of the nanostructures under study.

Óptica - LXV-005279

11:00-13:00 **Excitación de ondas electromagnéticas superficiales en nanopelículas depositadas en guías de onda planas** *Esteban Gonzalez-Valencia (estebangonzalez@itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano;*

Pedro Torres Trujillo (pitorres@unal.edu.co), Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín;

Erick Reyes-Vera (erickreyes@itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano;

**Mariana Lopera-Obando (marianalopera228961@correo.itm.edu.co), Instituto Tecnológico Metropolitano; *Expositor.*

La excitación de ondas electromagnéticas superficiales ha sido ampliamente estudiada en aplicaciones ópticas de sensado, tanto en configuraciones de óptica en volumen [1,2] como en fibras ópticas [3–5]. Dentro de las aplicaciones basadas en óptica en volumen, podemos encontrar el uso de los cubreobjetos como guías de ondas planas, los cuales constituyen una plataforma óptica de bajo coste, que al ser recubiertos con una o varias películas delgadas, han permitido el desarrollo de aplicaciones de sensado [2,6,7]. En este trabajo se compara la respuesta de los cubreobjetos después de ser depositados con nanopelículas de distintos materiales, con el fin de estudiar la sensibilidad, resolución y figura de mérito de cada configuración mediante el análisis de su respuesta espectral, con miras al desarrollo de sensores de sustancias biológicas.

Referencias

1. A. Sinibaldi, N. Danz, E. Descrovi, P. Munzert, U. Schulz, F. Sonntag, L. Dominici, and F. Michelotti, *Sensors Actuators, B Chem.* 174, 292–298 (2012).
2. O. Fuentes, I. Del Villar, J. M. Corres, and I. R. Matias, *Sci. Rep.* 9, 1–10 (2019).
3. E. Gonzalez-Valencia, I. Del Villar, and P. Torres, *Sci. Rep.* 11, 1–11 (2021).
4. I. Del Villar, P. Zubiate, C. R. Zamarreño, F. J. Arregui, and I. R. Matias, *Opt. Express* 25, 10743–10756 (2017).
5. N. D. Gómez Cardona, E. Reyes Vera, and P. Torres, *IEEE Sens. J.* 18, 7492–7498 (2018).
6. O. Fuentes, J. Goicoechea, J. M. Corres, I. Del Villar, A. Ozcariz, and I. R. Matias, *Opt. Express* 28, 288 (2020).
7. J. Borejdo, Z. Gryczynski, R. Fudala, C. R. Joshi, K. Borgmann, A. Ghorpade, and I. Gryczynski, *J. Biomed. Opt.* 23, 1 (2018).

Óptica - LXV-005361

11:00-13:00 **RESPUESTA ÓPTICA DE UNA GUÍA DE ONDAS FOTÓNICA DE CONDUCTOR REAL CON INCLUSIONES DE FRACTAL DE KOCH** *Héctor Pérez Aguilar (hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*

Hugo Alva Medrano (hugoalva9@gmail.com), Instituto Tecnológico de Morelia;

**Eduardo Mellado Villaseñor (mevi-eduardo@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Muchas de las herramientas geométricas estudiadas permiten ser utilizadas en múltiples métodos de investigación teniendo como resultado grandes aplicaciones; por ejemplo, la geometría peculiar conocida como fractales. Se desarrolló un método numérico para modelar la respuesta óptica de una guía de ondas de cristal fotónico de conductor real; en particular, para un metal. Este problema fue abordado haciendo uso de una técnica numérica conocida como el Método de la Ecuación Integral. Además, se utilizó el modelo de Drude para modelar las inclusiones metálicas con una geometría de un fractal de Koch. Se muestra la respuesta óptica mediante la estructura de bandas y la reflectancia debido a la red cristalina de dicho material aplicado para diferentes tamaños de las inclusiones. Esto promete excelentes aplicaciones ópticas interesantes tales como el enfocamiento óptico mejorado; en particular, el campo de las celdas solares que prometen mejorar la eficiencia de la absorción de estos dispositivos.

Óptica - LXV-005380

11:00-13:00 **MODELO NUMÉRICO DE UNA GUÍA DE ONDAS DE CRISTAL FOTÓNICO CAÓTICA QUE CONTIENE MATERIALES CON ÍNDICE DE REFRACCIÓN NEGATIVO** *Héctor Pérez Aguilar (hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*
Gabriel Arroyo Correa (garroyo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
Cassandra Herrejón Calderón (cassandraherrejon@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Alejandro Bucio Gutiérrez (1207258b@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;
**Karla Ivonne Serrano Arévalo (kiserranoa@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo consideramos un sistema electromagnético compuesto por dos superficies planas conductoras y un arreglo periódico de inclusiones cilíndricas circulares de metamaterial (LHM) dispersivo que forman una guía de ondas de cristal fotónico (PCW). Este sistema tiene una estructura de bandas dada por una relación de dispersión que nos permite caracterizar los modos normales propios. Para una PCW realista consideramos un número de periodos suficiente que representan la PCW de longitud finita. Para abordar este problema, se usó la técnica numérica conocida como el Método de la Ecuación Integral que permite obtener la respuesta electromagnética. Se calcularon algunas propiedades estadísticas de las intensidades obtenidas como fueron la función de autocorrelación y la longitud de correlación que permiten caracterizar el fenómeno del caos electromagnético en una PCW con LHM

dispersivo. Una de las posibles aplicaciones en la sincronización del caos es diseñar configuraciones para encriptar la información.

Óptica - LXV-005413

11:00-13:00 **Medición de distancias entre partículas mediante interferencia de la radiación de campos evanescentes en el campo lejano** *Mary Carmen Y Monserrat Peña Gomar (mgomar@umich.mx), FCFM-PCIF-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;*

Victor Manuel Coello Cárdenas (vcoello@cicese.mx), CICESE, unidad Monterrey;

**Marco Antonio Salgado Verduzco (marco.verduzco@umich.mx), MCIF-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se investiga teórica y experimentalmente la interferencia debido a la radiación coherente de dos campos evanescentes que se encuentran en contra propagación. La radiación se origina debido a esparcimiento óptico provocado por imperfecciones en la superficie y se observa mediante un microscopio óptico. Un par de haces láser iluminan una interfase vidrio-aire, bajo la condición de reflexión total interna produciendo dos ondas evanescentes que se propagan en direcciones opuestas. Los campos evanescentes radian desde la superficie dentro del dominio de campo lejano debido a los pequeños dispersores en la superficie. Debido a lo anterior, se produce interferencia en la región de campo lejano la cual está correlacionada con las posiciones relativas de las fuentes de iluminación evanescentes por lo que puede ser usado como un dispositivo para mediciones a escala micrométrica entre partículas.

Óptica - LXV-005456

11:00-13:00 **Perfeccionando la pinza óptica evanescente mediante la conversión de momento angular de espín a orbital** *Alejandro Vásquez Arzola (alejandros@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Bryan Edgar Alonso Guzmán (edgaralonso@estudiantes.fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los campos ópticos evanescentes han resultado especialmente útiles cuando se trabaja con sistemas a escalas microscópicas, ya que pueden superar el límite de difracción, permitiendo crear patrones con tamaños mucho menores a longitud de onda. Empleando la teoría electromagnética completa se calcula, de manera numérica, las fuerzas ópticas producidas por un haz evanescente fuertemente enfocado sobre partículas dieléctricas nanométricas. Este haz se genera enfocando un anillo de luz mediante un objetivo de microscopio de reflexión total interna, de manera que se tiene un campo evanescente en el medio don-

de se encuentran las partículas. Los resultados obtenidos muestran que, para un campo enfocado con polarización circular y potencias de un par de miliwatts, es posible confinar de manera estable a las partículas en el centro del haz. Además, cambiando la carga topológica del haz es posible transferir el momento angular de la luz hacia la partícula, lo que provoca que se muevan en una órbita circular estable. Sin embargo, cuando el momento angular de espín producido por la polarización circular se opone al momento angular orbital de la carga topológica resulta en una pinza óptica extremadamente eficiente, con muy baja transferencia de momento angular y de un tamaño menor a la longitud de onda.

Óptica - LXV-005504

11:00-13:00 **Cuántica, Óptica y Música: el arpa láser** *Beatriz Elizabeth Fuentes Madariaga (beatriz.fuentes@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física;*

Sergio Alfonso Pelayo Escalera (sape@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física;

**Karen Elizabeth Galindo Schembri (karenelizy@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Física; *Expositor.*

El arpa láser es un instrumento musical inventado en 1981 por el compositor y artista visual Bernard Szajner. Este instrumento combina aplicaciones de la óptica, la cuántica y la tecnología MIDI, captando señales analógicas producidas por láseres e interpretándolas para generar música. Mediante el uso de un haz de luz monocromática y un espejo oscilante se producen reflexiones en la trayectoria del haz, lo que hace posible asignarle a cada reflexión una posición específica dada por la ley de Snell. Cuando se toca cada "cuerda" del arpa láser, se interrumpe el flujo del láser y dicha variación es captada por una fotorresistencia que recibe la luz reflejada; de acuerdo con la teoría de bandas, cuando luz con suficiente energía incide sobre un semiconductor, los electrones de su banda de valencia "saltan" a la banda de conducción, lo que permite el paso de corriente eléctrica a través de la fotorresistencia, esta corriente eléctrica puede ser recibida por Arduino mediante puertos analógicos e interpretada a través de la tecnología MIDI para asignarle sonidos y generar música. En este trabajo se presenta un prototipo de arpa láser hecha con láseres, componentes electrónicos y una placa Arduino. El presente prototipo es capaz de generar 7 notas musicales, correspondientes a la escala diatónica.

Óptica - LXV-005560

11:00-13:00 Simulación de las franjas de interferencia de un interferómetro de Michelson Juan Carlos Ibarra Torres (*carlos.ibarra@cucei.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

Mario Pérez Cortés (*mperez.cortes@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán;

Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mauricio.ortiz@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva (*yeponc@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Carlos Alberto Tena Contreras (*1423327c@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Entre los interferómetros de división de amplitud, uno de los más conocidos e importantes es el interferómetro de Michelson, el cual consiste en dividir un frente de onda divergente de luz coherente utilizando un divisor de haz y haciendo que cada uno de los haces se refleje en un espejo para que atraviesen nuevamente el divisor de haz y finalmente se superpongan después de recorrer diferentes caminos ópticos. En el área de superposición se observa la interferencia de los dos haces, cuyas franjas de interferencia dependerán de la inclinación de los espejos, pudiendo observar franjas circulares, verticales, elípticas, parabólicas o hiperbólicas. El interferómetro de Twyman-Green es una variación del interferómetro de Michelson, en donde se utiliza un frente de onda plano en vez de uno divergente. En este trabajo se presenta una simulación de las franjas de interferencia obtenidas en un interferómetro de Michelson, en donde es posible modificar la inclinación de los espejos de manera que se podrán observar los diferentes tipos de franjas. Así mismo, es posible cambiar la longitud de onda, al igual que seleccionar el tipo de frente de onda de la luz, con lo cual se simula también el interferómetro de Twyman-Green. Para mayor entendimiento del experimento, también puede verse una imagen con la inclinación exagerada que se le proporciona a los espejos. Con esta simulación se pretende proporcionar una forma fácil de observar las franjas de estos interferómetros y analizar su comportamiento al modificar la inclinación de los espejos sin recurrir al laboratorio.

Óptica - LXV-005570

11:00-13:00 Reconstrucción de superficies de objetos puramente de fase Juan Carlos Ibarra Torres (*carlos.ibarra@cucei.udg.mx*), Universidad de Guadalajara;

Mario Pérez Cortés (*mperez.cortes@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán;

Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mauricio.ortiz@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva (*yeponc@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Aracely Velázquez Calderón (*1609927b@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

La digitalización de la superficie de objetos se puede realizar mediante el análisis de la imagen con la deformación de las franjas de una rejilla binaria o cosenoidal proyectada sobre el objeto de estudio. La deformación de las franjas produce una modulación de fase de la que se puede extraer la información sobre el contorno o forma de la superficie. Para extraer esta información se utiliza el método de perfilometría por transformada de Fourier propuesta por Takeda. Para proyectar la imagen de la rejilla sobre un objeto de dimensiones pequeñas del orden de centímetros o milímetros se puede utilizar el bien conocido efecto Talbot, que crea autoimágenes de objetos periódicos localizadas en múltiplos de la llamada distancia de Talbot. En este trabajo se reconstruye la forma de la superficie de una gota de agua utilizando el efecto Talbot y la perfilometría por transformada de Fourier. Para ello se coloca la gota de agua sobre un portaobjetos en el plano de la autoimagen, por lo que el campo óptico se transmite a través de ésta, y debido a la diferencia de camino óptico producida por el objeto, deforma la autoimagen de la rejilla, que es analizada posteriormente para obtener el relieve en 3D del objeto. Con esta técnica es posible obtener mediciones del índice de refracción del objeto. Se presentan algunos resultados que verifican nuestra propuesta.

Óptica - LXV-005606

11:00-13:00 Caracterización de la respuesta de un dispositivo de interferencia multimodal a variaciones de pH de líquidos Pedro Marcos Velasco Bolom (*d09270506@tuxtla.tecnm.mx*), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas-Universidad Autónoma de Chiapas;

Sergio Mendoza Vázquez (*smendoza@unach.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Daniel López Cortés (*daniel.lopezc@unach.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Víctor Iván Ruiz Pérez (*victoryivan1@hotmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

*Alan De Jesús Avendaño Roque (*alan_8397@hotmail.com*), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas-Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

En este trabajo se reportan los resultados obtenidos del proceso de caracterización de un dispositivo de Interferencia Multimodal (MMI, por sus siglas en inglés) de fibra óptica como sensor de pH. El sensor consiste simplemente en una pequeña sección de fibra multimodo (MMF, por sus siglas en inglés) empalmada por ambos extremos a fibras monomodo (SMF, por sus siglas en inglés) sin revestimiento, que puede considerarse también como una fibra sin núcleo. La sensibilidad del sensor es caracterizada en función de la longitud y el diámetro de la sección

de MMF, este último es reducido mediante ataque químico. Se demuestra su aplicación como sensor de pH sobre un rango de 4 a 7 utilizando recubrimientos poliméricos sensibles a pH, lográndose una alta sensibilidad, respuesta lineal y buena repetitividad dentro del rango de operación considerado.

Óptica - LXV-005675

11:00-13:00 **Nonlinear response of different silicon nitride nanolayers** Raúl Rangel Rojo (*rrangel@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Wencel De La Cruz (*wencel@cnyn.unam.mx*), Centro de Nanociencias y Nanotecnología;

Karina Garay Palmett (*kgaray@cicese.edu.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

Ana Luisa Alvarado Aguayo (*aaguayo@cicese.edu.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;

*Fernando Arturo Araiza Sixtos (*araizaf@cicese.edu.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.

Silicon nitride is an interesting material for integrated optics for quantum information devices, mainly to its ease of fabrication and high nonlinearity, an important characteristic for efficient photon generation. A proper characterization of its nonlinearity is therefore needed for the design of waveguiding circuitry.

In this work we present the study of the third-order nonlinear response of silicon nitride thin films using the z-scan technique with fs pulses @800nm.

Óptica - LXV-005773

11:00-13:00 **La ecuación integral de Debye-Wolf como herramienta en los procesos de escritura láser directa (DLW)** Rigoberto Castro Beltrán (*cbrigoberto@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Argelia Bernal Bautista (*bernal.a@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Gerardo Gutiérrez Juárez (*ggutj@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Ramón Castañeda Priego (*ramoncp@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Jonathan Ulises Álvarez Martínez (*alvarezmj2013@licifug.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

Orlando Miguel Medina Cázares (*om.medina@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato;

*María Eugenia Soto Alcaraz (*me.sotoalcaraz@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

El desarrollo de las técnicas de escritura láser, la teoría desarrollada por Wolf-Richards, y la ecuación integral de

Debye-Wolf, son importantes herramientas para fabricar actualmente, micro y nano estructuras. En nuestro grupo de trabajo hemos usado la ecuación como una herramienta para visualizar la distribución del campo electromagnético utilizando como valores de entrada, la información de nuestras herramientas previo a la fabricación de microestructuras mediante la técnica de escritura láser directa mediante el fenómeno de low one photon absorption. La técnica de escritura láser desarrollada en el laboratorio consiste de una plataforma que se mueve en x,y,z haciendo incidir un láser continuo de 532 nm sobre una fotorresina negativa sensible a la longitud de onda incidente. Con los resultados de las simulaciones, se realizan ajustes a la plataforma en la distancia focal, potencia del láser, objetivo de lente a utilizar, espesor de la película de la fotorresina, para lograr las dimensiones deseadas y abordar el error de corrimiento del spot del láser cuando las microestructuras serán de las mismas dimensiones que el valor del focal shift. Con estas técnicas hemos sido capaces de realizar microestructuras de 50 micras para estudios de adsorción de partículas coloidales, máscaras y chips para aplicaciones en microfluídica y generación de microláseres. Presentaremos los aspectos más relevantes respecto al enfoque de un haz a partir de un objetivo de microscopio, utilizando la ecuación de Debye-Wolf para los casos libre de una interfaz y considerando aquellos en donde la interfaz es una fotorresina comercial, SU8.

Óptica - LXV-005825

11:00-13:00 **Visión de componentes de las Ec. Maxwell en el régimen nano-Scópico** Pamela Mastranzo Ortega (*masortp@gmail.com*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFISICA, OPTICA Y ELECTRONICA;

Debashis Chanda (*debashis.chanda@ucf.edu*), Universal Central of Florida, NanoScience Technology Center;

Jose Javier Sanchez Mondragon (*delta_dirac@hotmail.com*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFISICA, OPTICA Y ELECTRONICA;

*Angel David Torres Palencia (*angeltorres931130@gmail.com*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFISICA, OPTICA Y ELECTRONICA; *Expositor.

La Mecánica de Sólido Rígido (MSR) es fundamental para la ingeniería y la física aplicada. MSR materializa el entendimiento aplicado de un problema y va más allá de una visión científica básica. El eminente auge del interés académico e industrial en materiales nanoestructurados, surge gracias al desarrollo y fabricación de diversas nanoestructuras plasmónicas que tienen aplicación en diversos campos de la ciencia, como lo son, medicina y fotónica. Esta creciente capacidad manufacturera de Nanoestructuras, sobre todo en materiales compuestos, nos obliga a preguntarnos si todo desarrollo tecnológico se debe hacer desde principios básicos o podemos desarrollar una visión tan práctica como las que nos ofrece la MSR. Indudable-

mente, este esfuerzo se debe comparar con la capacidad de desarrollar materiales homogéneos con altas demandas de diseño y manufactura. En este trabajo, se presenta una descripción general de conceptos básicos de MSR para realizar un análisis introspectivo de teoría electromagnética y dinámica en la etapa de fabricación para nanoestructuras planificadas con estructuras específicas (EMSR) como bloques fundamentales del diseño de estructuras. Por lo cual, se procede a usar la incuestionable descripción de la nano-mecánica clásica para una colección de nanopartículas usando conceptos como: “centro de masa, momento angular, masa reducida, momento de inercia, campo eléctrico, etc.” Con la finalidad de describir la relación entre la geometría de las nanoestructuras (nano-cáscaras) y sus propiedades electromagnéticas realizando una analogía entre ellas y la respuesta física de la nanoestructura ante la interacción con la luz o un campo incidente.

Óptica - LXV-005896

11:00-13:00 **Medición de visibilidad de franjas en el plano s y su aplicación a patrones de interferencia de baja coherencia** *Alex Guillen Bonilla (alex.guillen@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;*

Verónica María Rodríguez Betancourt (veronica.rbetancourt@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

María Eugenia Sánchez Morales (eugenia.sanchez@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

Maricela Jiménez Rodríguez (maricela.jrodriguez@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

Héctor Guillen Bonilla (hector.guillen1775@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara;

**José Trinidad Guillen Bonilla (trinidad.guillen@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

En óptica, un interferómetro de baja coherencia produce un patrón de interferencia cuya visibilidad de franjas tiene un valor dentro del intervalo de 0 hasta 1. Tradicionalmente, el parámetro se mide en base a la intensidad máxima e intensidad mínima del patrón de interferencia y existen tres casos: 1) si v , la visibilidad de franjas es cero, 2) si la visibilidad de franjas es completa y 3) si la visibilidad de franjas es parcial. En este trabajo, aplicando la transformada de Laplace, el patrón de interferencia es representado como una función compleja de la forma $F_m(s) = M(s)/N(s)$ donde $M(s)$ y $N(s)$ son polinomios. Usando el polinomio $M(s)$ son calculados los polos y con el polinomio $N(s)$ son calculados los ceros, los cuales son graficados en un mapa de polos y ceros. En base a un análisis del mapa, una nueva relación es obtenida para medir la visibilidad de franjas en el plano complejo s . Esta técnica es demostrada numéricamente midiendo la visibilidad de franjas de un patrón de interferencia de baja coherencia.

Óptica - LXV-005934

11:00-13:00 **Sensor SMS grabado químicamente basado en interferencia multimodal y plasmon superficial para la detección de acetato de guanidina** **Jacobó González Leyva (jacobó.gonzalezlyv@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.*

Hector Manuel Leija Gutierrez (hector.leijagt@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas;

Arturo Alberto Castillo Guzman (arturo.castillogz@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas;

Desde la aparición de la fibra óptica, se han reportado diferentes sensores basados en estructuras de fibra óptica donde las estructuras monomodal-multimodal-monomodal de fibras ópticas (SMS) se destacan debido ofrecen algunas ventajas únicas, como facilidad de fabricación, bajo costo, diseño flexible y alta sensibilidad.

El estudio de las estructuras de SMS de fibra óptica ha permitido desarrollar técnicas de pulido, adelgazamiento y grabado químico que le permiten incrementar la sensibilidad de los sensores, disminuyendo su diámetro y aumentando la cantidad de ondas evanescentes salientes. Por otro lado, existen una gran diversidad de materiales que nos ayudan a mejorar la respuesta del sensor, algunos nanomateriales como lo son el oro, plata y cobre nos ayudan a enriquecer los efectos del plasmon de superficie, otros como el alcohol polivinílico nos ayudan a mejorar la estabilidad mecánica y protegen a las partículas metálicas del ambiente exterior; existen recubrimientos superficiales que nos ayudan a obtener mayor área superficial del sensor y nos ayudan a atraer y retener mayor cantidad de moléculas como es el caso de las nanopartículas de óxido de grafeno que enriquecen la superficie con grupos funcionales carboxilo que ayudan a la adhesión de las biomoléculas. Para este estudio se han considerado un sensor de fibra óptica basado en interferencia multimodal para la detección de acetato de guanidina en agua, se utilizará la modificación de grabado químico, a la cual se le planea recubrir con un compuesto de nanomateriales compuesto por nanopartículas de plata estabilizadas en alcohol polivinílico (PVA-Ag NPs) recubiertos de nano-hojas de grafeno. El uso de la modificación y nanomateriales tiene como propósito aumentar la sensibilidad y especificidad, manteniendo el sensor compacto y funcional, el sensor de acetato de guanidina se colocará en un circuito óptico para después estudiar y comparar su sensibilidad con respecto a un sensor SMS estándar.

Óptica - LXV-005991

11:00-13:00 **Análisis de la generación de plasmones localizados de superficie en nanoesferas, nanoelipsoides y nanovarillas** *Emma Vianey García Ramírez*

(*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Ricardo Téllez Limón (*rtellez@cicese.mx*), CONACYT-CICESE Unidad Monterrey;

Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

*Jonathan Ramírez Aragón (*jonathan.ramirezara@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los plasmones localizados de superficie son excitaciones electromagnéticas estacionarias que surgen del acoplamiento de un campo eléctrico externo de iluminación con la oscilación coherente de los electrones libres en una nanopartícula metálica inmersa en un medio dieléctrico. La generación de plasmones localizados de superficie es una función multivariable; depende de la permitividad eléctrica del dieléctrico en el que se encuentran inmersas las nanopartículas metálicas, de la forma, tamaño y composición química de las nanopartículas, así como de la longitud de onda y el estado de polarización del campo óptico incidente. En este trabajo, dentro de la aproximación cuasiestática y empleando la función dieléctrica del modelo de Drude para el oro y la plata, se presenta un análisis de la generación de plasmones localizados de superficie en nanopartículas metálicas de oro y plata con geometrías de elipsoides, esferas y varillas. Se determinan teóricamente las condiciones de iluminación y frecuencias de excitación para generar plasmones localizados de superficie para cada geometría analizada.

Óptica - LXV-005995

11:00-13:00 “Propuestas para aumentar el rango dinámico en la medición de desplazamiento de un interferómetro Fabry-Perot extrínseco de fibra óptica” David Monzón Hernández (*dmonzon@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.;

Agustín Joel Villatoro Bernardo (*agustinjoel.villatoro@ehu.eus*), Universidad del País Vasco, España;

Oswaldo Rodríguez Quiroz (*oswaldo.rodriguez@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.;

Miguel Ángel Ramírez Hernández (*miguelrh@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.;

*Montserrat Del Carmen Alonso Murias (*monsealo@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.; *Expositor.

La investigación que actualmente se realiza en el campo de los sensores de fibra óptica, se centra principalmente en el desarrollo de dispositivos y esquemas con cualidades mejoradas, en términos de sensibilidad, resolución o rango dinámico. Sin embargo, la resolución y el rango dinámico están estrechamente relacionados, de tal manera que cuando uno aumenta el otro invariablemente tiende a disminuir. En este trabajo se proponen dos alternativas, simples de implementar, para aumentar el rango dinámico de

un sensor de desplazamiento basado en el interferómetro de Fabry-Perot extrínseco de fibra óptica. Experimentalmente se pudo demostrar que con estos esquemas, en los que no se utilizan lentes, es posible medir desplazamientos mínimos de 500nm hasta 80 mm sin necesidad de realizar ningún ajuste. El análisis del patrón de interferencia se realiza en el dominio de Fourier, lo que simplifica el procesamiento de la señal y permite realizar mediciones en tiempo real.

Óptica - LXV-006041

11:00-13:00 Tunable filter based on a microstructured optical fiber for a sensors intensity interrogation system *Daniel Lopez Cortes (*daniel.lopezc@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

Sergio Mendoza Vázquez (*smendoza@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas;

Víctor Iván Ruíz Pérez (*vruiz@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas;

Gerardo Pérez Ruíz (*gerardo.perez89@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas;

Laura Paulina Marina Vázquez (*laura.marina47@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas;

A microstructured fiber with determined length was spliced between two single mode fibers, in order to construct an optical fiber device with sinusoidal response. Which is used as an edge filter with the capacity to transform the wavelength shift of an optical fiber sensor in intensity variations. The linear region of the filter is employed for the sensor interrogation, therefore, the peak of the sensor has to be located at the beginning or the end of this region (according to the wavelength shift of the sensor) to ensure the maximum operating range, for this reason, the filter tunable feature is needed. Two different tunable mechanisms were implemented and tested with distinct microstructured fibers acting as an edge filters. To evaluate the system a multimode interference (MMI) level sensor was manufactured. A coreless multimode fiber with length of 60 mm was spliced between two single mode fibers and was partially covered with liquid allowing the peak shifting to higher wavelengths as the liquid gets moving along the fiber. The level sensor was placed in the system and operating the tuning mechanism the initial part of the linear region of the edge filter was positioned coinciding with the peak of the sensor without liquid, the output response was measured and a linear behavior was achieved. The proposed system can be operated for wavelength or intensity interrogation.

Óptica - LXV-006107

11:00-13:00 Optimización del proceso de reducción de fibra óptica por ataque químico para el

estudio de las propiedades ópticas de un material termocrómico orgánico. *Rafael Mota Grajales (rafael.mg@tuxtla.tecnm.mx), Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez;*

Jorge Luis Camas Anzuetto (jcamas@tuxtla.tecnm.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Placido Zaca Morán (placido.zaca@correo.buap.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

Rubén Grajales Coutiño (ruben.gc@tuxtla.tecnm.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica;

**Edgar Samuel Pola López (m20270388@tuxtla.tecnm.mx), Universidad Politécnica de Chiapas; *Expositor.*

En el presente trabajo se describe el diseño y fabricación de una fibra taper mediante la técnica de ataque químico para la deposición por “drop casting” de un material termocrómico, conocido como Lofina (2,4,5-trifenilimidazol), esto para analizar sus propiedades ópticas. Primeramente, se presenta el proceso de reducción de fibra óptica usando ácido fluorhídrico (HF) al 48% para remover completamente el revestimiento y dejar expuesto el núcleo de la fibra. Se realiza el monitoreo de la potencia transmitida en la fibra óptica para determinar el punto en que es afectado el campo evanescente y detener la reacción del ácido cuando se alcance el núcleo. La fibra taper resultante, es colocada dentro de un controlador de temperatura para caracterizar sus cambios de absorbancia. Nuestros resultados muestran una técnica de reducción de fibra por ataque químico óptima, descartando parámetros externos que afectan al proceso de reacción del ácido con el vidrio, asegurando el contacto directo del núcleo de la fibra con el analito depositado, y llevar a cabo las caracterizaciones correspondientes.

Óptica - LXV-006178

11:00-13:00 Interferómetro Mach-Zehnder de fibra óptica para el diseño de sensores. *Ariel Flores Rosas (aros8151@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);*

Daniel López Cortés (daniel.lopezc@unach.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);

Sergio Mendoza Vázquez (smendoza@unach.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);

Víctor Iván Ruíz Pérez (vruiz@unach.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE);

**Laura Leticia López Trujillo (lauratrujillo9411@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

Se demuestra la efectividad de un interferómetro Mach-Zehnder (MZI, por sus siglas en inglés) de fibra óptica para mediciones del índice de refracción de líquidos. Básicamente, el interferómetro consiste en tres secciones principales, una sección de fibra monomodal (SMF, por sus siglas en inglés), empalmada por ambos extremos a fibra multimodal (MMF, por sus siglas en inglés) de 1mm de

longitud. La primera sección de MMF permite que la luz sea parcialmente acoplada tanto al modo fundamental como a modos del revestimiento de la sección central de SMF, mientras que mediante la segunda MMF éstos son nuevamente recombinados. De esta forma, la sección de SMF central es sensible a variaciones en el índice de refracción del medio exterior en el que se encuentre inmerso. En el sensor propuesto, se demuestra que la sensibilidad es incrementada considerablemente al reducir el diámetro de la sección sensible mediante ataque químico; sin embargo, el rango espectral libre (FSR, por sus siglas en inglés) también es incrementado. Presentamos el proceso de caracterización realizado en función del diámetro de la SMF central con el fin de incrementar la sensibilidad del sensor. Se demuestra su aplicación particular en mediciones de salinidad del agua, obteniéndose una respuesta lineal y alta sensibilidad.

Partículas y Campos - LXV-004472

11:00-13:00 Estudio numérico de la anomalía electromagnética débil mediante un bosón de Higgs

**Victor Manuel Torres Domínguez (1609962e@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (iguazu.ramirez@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Mediante lagrangianos efectivos se estudian las propiedades débiles de fermiones cargados del modelo estándar de las interacciones fundamentales. Dichas propiedades se inducen a nivel de un lazo mediante el cambio de sabor generado por el bosón de Higgs. Este trabajo se lleva a cabo a través del análisis del vértice que describe el acoplamiento renormalizable más general de un escalar con un par de fermiones. Se presentan resultados analíticos y numéricos preliminares para contextualizar con las predicciones teóricas del modelo estándar de las interacciones fundamentales.

Partículas y Campos - LXV-004574

11:00-13:00 Correlaciones entre los elementos de las matrices de masa de los leptones y neutrinos provenientes de una textura de 2-ceros. *Roberto Noriega Papaqui (rnoriega@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;*

**Andrea Montiel Hernández (mo337998@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

Pedro Amado Miranda Romagnoli (pmiranda@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Se realiza un análisis numérico para las matrices de masa de los leptones y neutrinos considerando que tienen una estructura de texturas de dos ceros. Al imponer un

criterio de chi cuadrada los parámetros libres del modelo son acotados al imponer que se reproduzcan los valores experimentales de la matriz U_{PMNS} . Un algoritmo bioinspirado del tipo enjambre es implementado y utilizado para encontrar los valores numéricos de los parámetros; con los datos dados por el algoritmo, se encuentran correlaciones entre los elementos de las matrices de masa de leptones y neutrinos. Se presentan gráficamente los resultados obtenidos.

Partículas y Campos - LXV-004702

11:00-13:00 **Interacciones efectivas de Yukawa y texturas universales.** *Lao Tse López Lozano (lao_lopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;*

Selim Gómez Ávila (selim_gomez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

**Raúl Guillermo Escorcía Ramírez (es339601@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se propone un modelo para generar matrices de Yukawa a través de la introducción de múltiples flavons interactuando con fermiones. Dicho modelo podría ser el límite a bajas energías de la Física de sabor caracterizada por una escala donde los escalares son estados ligados fuertemente acoplados. Se demuestra también que las propiedades de la física de sabor en la escala electrodébil, como es la supresión de FCNC y la jerarquía de las masas de los fermiones en diferentes sectores está determinado por los valores de expectación de vacío de los flavons donde emergen invariantes que permiten hacer predicciones cruzadas entre sectores. Este modelo también contiene candidatos a materia oscura por lo que sus parámetros pueden acotarse a través de observaciones cosmológicas. Para demostrar la viabilidad de esta propuesta se presenta una parametrización de los ángulos de mezcla en el sector leptónico y la masa absoluta del neutrino más pesado (asumiendo ordenamiento normal), utilizando invariantes provenientes del sector con leptones cargados.

Partículas y Campos - LXV-004775

11:00-13:00 **Sobre las Simetrías Gauge en física de partículas** *Alejandro García Torres (rophten@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León;*

Isaac Benjamín Leija Flores (isacleijaflores@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León;

**Cristian Joel Gallegos Yañez (cris_joel233@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

En este trabajo se presenta una breve descripción de las simetrías gauge locales en general, a su vez que se exploran sus aplicaciones en física partículas. Una vez definidos los elementos principales de las teorías gauge tales como las

propias transformaciones abelianas y no abelianas se detallará el cómo permiten analizar la invariancia y conservación de cantidades físicas, de forma que cada fenómeno físico se asocia con una transformación gauge. Posteriormente se detallan las simetrías gauge locales que surgen para cada transformación gauge particular como lo son la electrodinámica cuántica, campo leptónico y cromodinámica cuántica.

Partículas y Campos - LXV-004859

11:00-13:00 **Mediciones del decaimiento $h \rightarrow 4l$ a partir del OpenData CMS 2019** *Félix Francisco González Canales (felix.gonzalezc@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

Olga Guadalupe Félix Beltrán (olga.felix@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

José Enrique Barradas Guevara (jose.barradas@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

**Victor Pérez Aquino (victor.perezaq@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo presentamos el estudio y análisis de los datos abiertos del experimento de LHC, detector CMS, recolectados en 2019. Los eventos sujetos de análisis tienen como objetivos: determinar cuáles las masas de los bosones W , Z , Higgs, entre otros; distinguir los bosones de norma candidatos W^+ de los W^- , distinguir los decaimientos a electrones de los decaimientos a muones, determinar las fracciones claves (e^+/e^- , W^+/W^-), y hacer los gráficos de masa para los eventos con dos y cuatro leptones. En particular, estamos interesados en el análisis de los posibles decaimientos del bosón de Higgs a cuatro leptones. Estos resultados se compararán con los resultados en el Modelo Estándar de la Física de Partículas reportados en la literatura.

Partículas y Campos - LXV-005193

11:00-13:00 **Estudio de la dependencia con la temperatura del propagador del quark** *Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;*

Marco Antonio Bedolla Hernandez (marco.bedolla@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas;

**José Luis Flores Pon (joseluisflorespon@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

El comportamiento infrarrojo de QCD se ve afectado en la presencia de un baño térmico. A temperaturas bajas, los grados de libertad son los hadrones sin color, mientras que a altas temperaturas, la interacción se apantalla y se vuelve débil ocasionando que los constituyentes de los hadrones se desconfinen y entren en un estado donde

los grados de libertad dominantes son aquellos de QCD perturbativa; es decir, quark y gluones. El incremento de temperatura desencadena la transición de quarks con una masa vestida grande hacia quarks con solamente su masa desnuda pequeña. Teniendo lo anterior en cuenta, utilizamos las ecuaciones de Schwinger-Dyson bajo una interacción de contacto para estudiar la evolución del propagador del quark con la temperatura y determinar el valor donde ocurre el fenómeno de restauración de la simetría quiral.

Partículas y Campos - LXV-005450

11:00-13:00 **Neutrinos estériles en un modelo izquierdo- derecho con fermiones espejo** *Albino Hernández Galeana (albinohega@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional;*

**José Manuel Rivera Rebolledo (riverareb7@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Ricardo Gaitan Lozano (rgaitan@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México;

En la extensión del modelo estándar con simetría de norma SU(2)_L SU(2)_R U(1)_Y y fermiones exóticos adicionales conocidos como fermiones espejo, se estiman las masas de los neutrinos, las cuales son consistentes con las cotas experimentales del neutrino. Empezando de la matriz de masa más general, se determina la masa de los neutrinos activos y estériles con la aplicación de un mecanismo seesaw doble. Se analiza la escala de masa de los neutrinos estériles ligeros.

Partículas y Campos - LXV-005643

11:00-13:00 **Momento magnético débil anómalo del leptón τ** *Alejandro Gutiérrez Rodríguez (alexgu@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*

David Espinosa Gómez (despinosa3187@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro;

**Eligio Cruz Albaro (elicruzalbaro88@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Leonardo Daniel Contreras Hernández (leonardo.contreras@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Jorge Isidro Aranda Sánchez (jorge.isidro.aranda@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Una de las propiedades de los leptones que ha recibido atención en los últimos años debido a los importantes avances en el escenario experimental, consiste en los momentos dipolares débiles. Esta propiedad surge a través de sus interacciones con el bosón de norma Z. En específico, es interesante estudiar las propiedades del leptón tau (τ) ya que está jugando un papel muy importante en el LHC como herramienta para probar las propiedades del bosón de Higgs y buscar nueva física a escalas de ener-

gías altas. Es también el único leptón bastante masivo comparado con la masa del electrón o muón. De esta manera, uno esperaría que el tau sea mucho más sensible a la nueva física que sus compañeros leptónicos. Adicionalmente, las mediciones precisas de las propiedades del leptón τ proporcionarían pruebas rigurosas del modelo estándar (ME) y determinaciones precisas de sus parámetros. En este trabajo, nuestro interés es estudiar el momento magnético débil anómalo (MMDA) del leptón τ en el marco de un modelo de extensión conocido como el modelo Bestest Little Higgs (BLH). Las contribuciones del modelo BLH al MMDA del leptón τ surgen a nivel de un lazo y son inducidos por los compañeros pesados de los bosones de norma y escalares del ME. Actualmente, no hay concordancia entre la predicción teórica del ME y el experimento en el MMDA del tau, por lo que dicha discrepancia podría deberse al efecto de nuevas partículas no descritas en el ME. Esta es también otra de nuestras motivaciones principales para hallar las contribuciones que generan las partículas exóticas del BLH al MMDA del leptón τ .

Partículas y Campos - LXV-005721

11:00-13:00 **INTERACCIONES WIMP-NUCLEÓN CON VIOLACIÓN DE ISOSPIN EN LA DETECCIÓN DIRECTA DE MATERIA OSCURA** *Estela Alejandra Garcés García (estela.garces@cuautitlan.unam.mx), FESC UNAM; *Fernando Damián Sánchez Ferto (dagon162@hotmail.com), UNIVERSIDAD VERACRUZANA; *Expositor.*

La evidencia observacional a diferentes escalas apunta a la existencia de una componente del Universo aun desconocida llamada materia oscura y que podría constituir un 22%. La posibilidad de que se trate de una partícula débilmente interactuante WIMP ha sido ampliamente explorada, en la actualidad una decena de experimentos buscan detectarla en laboratorios subterráneos al medir la energía de retrocesos nucleares.

En décadas de operación al no detectar una señal consistente con retrocesos nucleares causados por WIMPS por encima del ruido de fondo, se han logrado excluir valores de la sección eficaz de dispersión wimp-nucleón. En este trabajo estudiamos las modificaciones en el espectro de retrocesos nucleares al considerar violación de isospin, cuando los acoplamientos WIMP proton y WIMP neutrón son diferentes, en particular para los casos isoescalar, isovector y xenofóbico. Estos resultados son relevantes dada la complementariedad entre experimentos que usan diferentes medios de detección como Xenón, Argón, Germanio y Silicio.

Partículas y Campos - LXV-005901

11:00-13:00 **Estudio de factibilidad para cuantificar e identificar anti-neutrones en colisiones de**

iones a altas energías. *Arturo Alejandro Menchaca Rocha (menchaca@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Fabiola Viridiana Lugo Porras (lugo_fabiola@ciencias.unam.mx), Posgrado en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Una vez descubierto el anti-protón (\bar{p}) en 1955, tomó un año comprobar experimentalmente la existencia del anti-neutrón (\bar{n}), cuya ausencia de carga eléctrica resultó ser el principal reto a vencer. Actualmente, la manera en la que el \bar{n} interactúa con la materia se conoce lo suficientemente bien como para poder evaluar, mediante simulaciones, la probabilidad con que lo hacen con los neutrones de los núcleos vía la reacción de intercambio de carga $\bar{n} + n \rightarrow \bar{p} + p$. La motivación de este trabajo es evaluar la producción de \bar{n} en las colisiones, $p - p$ o entre núcleos pesados, que ocurren en ALICE y que a la fecha no se ha medido. Para ello, se propone utilizar los núcleos del silicio del que está hecho el sistema trazador interno (ITS) como un blanco en el que los \bar{n} se transforman en anti- protones, por ser estos últimos más fáciles de identificar al tratarse de partículas cargadas. Se simuló una fuente de \bar{n} en el centro de un detector de silicio con la geometría del ITS, para calcular la sección eficaz de CEX en silicio y estudiar las correlaciones de momento existentes entre el \bar{n} y el par $p - \bar{p}$ producido en la reacción. Se concluyó que este método es factible a pesar de su eficiencia de conteo del 0.11%, ya que cada evento de CEX se puede asociar a un \bar{n} . En cuanto a la identificación de los \bar{n} mediante estas correlaciones, la eficiencia del método propuesto es del 0.0016%. Por último, se encontró que al seleccionar eventos en los que es posible seleccionar al p de CEX, y descartar aquellos con una pérdida de energía importante, los momentos del \bar{p} y el p (en su equivalente en energía) determinan el momento del \bar{n} con una incertidumbre de 0.210 GeV.

Rayos Cósmicos - LXV-004899

11:00-13:00 Variación diaria del promedio de la frecuencia de detección de muones usando el observatorio HAWC *Hermes León Vargas (hleovar@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;*

**Israel Isai Herrera Zarate (zeruel77@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La motivación de este estudio es poder caracterizar los efectos de la variación de la temperatura atmosférica en la tasa de detección de muones en el observatorio HAWC. Cambios en la temperatura atmosférica pueden producir variaciones en su densidad, afectando la propagación de los mesones que decaen produciendo muones. Se presentarán resultados preliminares de la estabilidad de la tasa de conteo de muones, usando como aproximación de su detección a eventos donde múltiples PMTs (tubos fotomultiplicadores, en inglés PhotoMultiplier Tubes) se activan en

coincidencia, preferiblemente la activación simultánea de los 4 PMTs que están contenidos en cada detector de luz Cherenkov en agua (WCDs por sus siglas en inglés Water Cherenkov Detectors) de HAWC. Los datos para este análisis fueron obtenidos a partir del sistema de cuentas escalares TDC (Time-to-Digital Converter), el cual provee un conteo de las señales donde uno o más de un PMT en cada WCD se activó en una ventana de tiempo fija. Para caracterizar las señales de cada día usamos intervalos de datos de aproximadamente 20 minutos al inicio, en medio y al final de cada día, obteniendo el promedio diario. Presentaremos la información preliminar obtenida en la primera mitad del año 2018

Rayos Cósmicos - LXV-005400

11:00-13:00 Estimación de la frecuencia de arribo de muones atmosféricos con una cámara de niebla *Mario Rodríguez Cahuantzi (mario.rodriguez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;*

**Dalila Varela Solis (dalila.varelas@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Guillermo Tejeda Muñoz (gtejeda@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Guadalupe Joselín Martínez García (guadalupe.martinezg@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

Emigdio Jiménez Domínguez (emigdio.jimenezd@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;

En este trabajo se presentará una estimación de la frecuencia de arribo de muones atmosféricos utilizando una cámara de niebla construida en el laboratorio de partículas elementales de la FCFM-BUAP. Se presentará un análisis de las trayectorias de partículas cargadas que atraviesan la cámara de niebla y se discutirá un método para la selección de muones atmosféricos. Esta medición será comparada con la obtenida mediante 2 sistemas diferentes: un telescopio de muones y con el sistema electrónico denominado contador lógico de partículas (patente registrada MX-001505).

Rayos Cósmicos - LXV-005630

11:00-13:00 Implementación de un detector de rayos gamma en base ARDUINO para el estudio de la Influencia de las condiciones climatológicas en la detección de rayos gamma en la ciudad de Zacatecas, Zac *Juan Carlos Martínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;*

Joaquín Mata Castillo (joaquin.mata@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Jimena Pérez González (jimena.perez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Jesús Iván Santamaría Najar (sannji86@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas;

Se busca la implementación de un dispositivo, con base en ARDUINO, provisto de un detector Geiger integrado que sea capaz de detectar fotones (radiación gamma), en una zona geográfica determinada. De igual forma, se analiza la influencia de la variación de las condiciones meteorológicas para la detección de partículas y su respectiva energía. En el presente trabajo se intentará determinar la tasa de conteo de los rayos cósmicos presentes en el mínimo de actividad solar, así como en el aumento de actividad solar del ciclo número 25. Este tipo de estudios es relevante para la comunidad científica así como a la población en general, ya que da un estudio detallado sobre la cantidad de radiación natural a la que está expuesta la población diariamente y sus detalles físicos, así como las condiciones que forman su naturaleza.

Sistemas no Lineales - LXV-004588

11:00-13:00 **Dinámica no lineal de una cadena formada por sistemas caóticos autónomos** *Daniel Corona Marín (daniel.cormar.95@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Gabriel Arroyo Correa (garroyo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Ulises Uriostegui Legorreta (uli_mat@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

En este trabajo se estudia numéricamente la dinámica no lineal de una cadena formada por dos sistemas no lineales que presentan caos. Los sistemas considerados son el sistema de Chua y el puente de Wien modificado, se estudian los sistemas cuando se utiliza la sincronización unidireccional y bidireccional al implementar un control de retroalimentación al sistema esclavo. Analizamos los parámetros de acoplamiento mediante las funciones de error variando el parámetro para poder encontrar el rango donde se logra la sincronización. Encontramos sincronización entre los sistemas para valores bastante grandes del parámetro de acoplamiento.

Sistemas no Lineales - LXV-005039

11:00-13:00 **Efectos del acoplamiento en los patrones de disparo en un arreglo de osciladores excitables** Gerardo Jesús Escalera Santos (gescalera.santos@gmail.com), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas;

Filiberto Hueyotl Zahuantilla (filihz@gmail.com), Cátedras del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-

Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas;

Agustín Farrera Megchun (agustinfm96@gmail.com), Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana;

*Jhordan Marroquín Mejía (x180108@unach.mx), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

En este trabajo estudiamos numéricamente el efecto de acoplamiento en los patrones de disparo de osciladores excitables. Seleccionamos la variable activadora x como la variable de acoplamiento y consideramos diferentes valores de la constante de acoplamiento y topologías de la red. Se analiza el comportamiento dinámico emergente entre osciladores utilizando medidas estándar, como el intervalo entre disparos y el parámetro de orden R . Finalmente, señalamos que nuestros hallazgos pueden contribuir a mejorar la comprensión de uno de los problemas más fascinantes en la biología, a saber, la aparición de comportamientos colectivos inducidos por acoplamiento en sistemas excitables complejos.

Sistemas no Lineales - LXV-005439

11:00-13:00 **Implementación de números duales en el análisis cinemático de un dedo robótico de cuatro grados de libertad.** Joaquín Estevez Delgado (joaquin@fismat.umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Juan José Rivas Ramírez (rivarius@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

La solución de la cinemática inversa de manipuladores tiene un impacto significativo en el control de tiempo real en el espacio de articulaciones de prótesis robóticas, por lo que se requiere un método rápido y efectivo. Las matrices de transformación homogénea son un método popular en la obtención del modelo cinemático directo de cuerpos rígidos, sin embargo para dedos robóticos de múltiples grados de libertad el cálculo de la matriz inversa requiere una gran cantidad de costo computacional. En este trabajo presentamos un método basado en cuaterniones duales para analizar la cinemática de un pulgar robótico de 4 grados de libertad, mostramos que el método basado en cuaterniones duales presenta ventajas sobre la metodología de matrices de transformación.

Sistemas no Lineales - LXV-005527

11:00-13:00 **USO DEL MÉTODO EMD PARA ANALIZAR LA INTERACCIÓN ENTRE DOS CADENAS CAÓTICAS EN CONFIGURACIÓN DE ESTRELLA** *Gabriel Arroyo Correa ([430](mailto:garroyo@</p></div><div data-bbox=)

umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo; *Expositor.

El método de descomposición empírica de modos (EMD, por sus siglas en inglés) fue propuesto por Huang et. al en 1998 como una técnica para analizar señales no lineales y no estacionarias. La idea del método EMD es descomponer la señal original como una suma de modos de oscilación de media cero, llamadas funciones de modo intrínseco (IMF's, por sus siglas en inglés). Debido a que esta descomposición se hace en el mismo dominio de la señal original, hace del EMD una herramienta adecuada para identificar, en principio, causas específicas inmersas en la señal. En este trabajo se aplica el método EMD para analizar la dinámica entre dos cadenas circuitos de Chua idénticos en configuración de estrella. Se analizan los casos de interacción directa entre las cadenas y cuando es mediada vía un elemento no caótico. Los resultados muestran que las IMF's de cada sistema presentan similitudes y diferencias asociadas a la naturaleza de la conexión y del elemento de conexión entre las cadenas. Trabajo apoyado por el programa CIC-UMSNH 2022.

Sistemas no Lineales - LXV-006156

11:00-13:00 **Análisis de una ecuación no lineal y no autónoma tipo Emden-Fowler usando sistemas dinámicos.** Julio Cesar Lopez Dominguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física Universidad Autónoma de Zacatecas;

*Hugo Tototzintle Huitle (*tototzintle@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Sinuhe Lizandro Hinojosa Ruiz (*sinuhe@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física Universidad Autónoma de Zacatecas;

Se presenta el análisis de la ecuación diferencial no lineal y no autónoma de tipo Emden-Fowler $\ddot{y} + \frac{(2-m)}{x}\dot{y} + x^{2m}y^n = 0$. Esta ecuación surge a partir de las ecuaciones de estructura estelar para estrellas Newtonianas, y sirve para modelar una nube esférica de gas autogravitatorio en equilibrio hidrostático, dicho análisis se llevó a cabo utilizando la teoría matemática de los sistemas dinámicos no autónomos, tomando una transformación de coordenadas se construyó un sistema de ecuaciones que puede estudiarse como una ecuación vectorial en \mathbb{R}^2 , el cual se estudió haciendo uso de varios teoremas, a partir de los cuales se obtuvieron diversos resultados, entre ellos un rango de estabilidad y una solución analítica para la ecuación diferencial.

Otro - LXV-004480

11:00-13:00 **Estudio de Calidad de Frutos usando un Texturómetro e Impulso Acústico** Arturo Baltazar Herrejón (*jarandas@umich.mx*), Ohio State University;

Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*jarandas@umich.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;

*Jorge Isidro Aranda Sánchez (*jarandas@umich.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN; *Expositor.

Las propiedades biomecánicas de los productos hortofrutícolas son un aspecto de calidad importante, especialmente en frutas tan delicadas y de corta vida de anaquel como las guayabas (*Psidium guajava*). La determinación de dichas propiedades permite conocer parámetros útiles, como el peso y el tiempo que podrían soportar antes de llegar a sus límites de elasticidad, de deformación plástica o de resistencia a la compresión, así como el grado de deformación cuando el fruto es sometido a una fuerza, que a su vez indican la resistencia del fruto al daño mecánico. En este trabajo se determinó el módulo de elasticidad del fruto en base a dos ensayos: destructivo con un texturómetro y no destructivo con impulso acústico. También se determina la máxima resistencia que presenta el fruto al ser comprimido.

Otro - LXV-004609

11:00-13:00 **Estudio de las propiedades mecánicas de una resina dental en función de la intensidad de la luz azul y el tiempo de curado** Fernando Donado Pérez (*fernando@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

Ana María Herrera González (*mherrera@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;

*Arely Guadalupe Jiménez Díaz (*ji406662@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

Este trabajo analiza el proceso de polimerización de monómeros para resinas dentales. Las resinas dentales polimerizadas son materiales sólidos con propiedades específicas en aplicaciones dentales. En particular, algunas de sus propiedades mecánicas deben cumplir requisitos mínimos para ser útiles en un procedimiento dental. El método para polimerizar monómeros y obtener una resina sólida expone los monómeros a una luz azul intensa para crear radicales libres y provocar una reacción en cadena de solidificación. Presentamos un estudio de las propiedades mecánicas de la resina sólida polimerizada bajo diferentes intensidades de luz azul y tiempos de exposición. Encontramos las condiciones donde las resinas sólidas presentan valores máximos en el módulo elástico.

Otro - LXV-004771

11:00-13:00 **Identificador de tumores cerebrales por medio de redes neuronales** Joseph Isaac Ramírez Hernández (*jiramirez@uach.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

NOMA DE CHIHUAHUA, FACULTAD DE INGENIERÍA;

Daniel Espinobarro Velazquez (despinobarro@uach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, FACULTAD DE INGENIERÍA;

Horacio Corral Yañez (a320695@uach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, FACULTAD DE INGENIERÍA;

Jorge Emmanuel Vera Morales (a324651@uach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, FACULTAD DE INGENIERÍA;

*Javier Alejandro Melchor Varela (a320722@uach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, FACULTAD DE INGENIERÍA; *Expositor.

Balam Arturo Sotelo Cortez (a320711@uach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, FACULTAD DE INGENIERÍA;

Los tumores son crecimientos anormales de células dañadas que pueden esparcirse por el cuerpo y causar daños donde se alojen. El cerebro humano puede padecer casos como los meningiomas, que se forman entre el cráneo y el cerebro; los gliomas, conocidos por crecer dentro de la sustancia blanca del cerebro; o los de la glándula pituitaria, un órgano en la base del cerebro que secreta hormonas esenciales para el funcionamiento del cuerpo humano. Como todo tipo de cáncer, la detección temprana aumenta considerablemente la esperanza de vida del paciente y permite un tratamiento menos costoso en comparación a una fase avanzada. Con esta motivación en mente, se hizo uso de una red neuronal convolucional para elaborar un algoritmo capaz de clasificar imágenes de resonancia magnética de cerebros humanos en 4 distintas categorías: paciente sano, paciente con glioma, meningioma o glándula pituitaria; que resultó con una precisión de entrenamiento de 100% y una de evaluación del 96%. Así mismo, se diseñó el prototipo de una aplicación que almacena la red entrenada y permite su uso en ordenadores de uso personal, mediante la implementación de una interfaz amigable al usuario. El prototipo es capaz de recibir imágenes externas a las bases de datos de entrenamiento o prueba, y clasificarlos de manera exitosa sin necesidad de pasar por código en python.

Se utilizó una arquitectura de red convolucional con 8 capas profundas y una base de datos de 7023 imágenes de resonancias magnéticas nucleares, de las cuales 1999 corresponden a pacientes sanos, mientras que las 5024 imágenes restantes se dividen entre los pacientes diagnosticados con glioma, meningioma o pituitaria. Esta base de datos se obtuvo de la página Kaggle.

El resultado de este proyecto puede ser útil en el diagnóstico de este tipo de padecimientos, así como en su investigación, pues se trata de una herramienta de clasificación capaz de manejar un gran volumen de datos de forma rápida y eficaz.

Otro - LXV-005376

11:00-13:00 **PATRONES DESORDENADOS DEL CAMPO ACÚSTICO EN GUÍA DE ONDAS DE CRISTAL FONÓNICO USANDO UN MÉTODO INTEGRAL** Héctor Pérez Aguilar (hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Hugo Alva Medrano (hugoalva9@gmail.com), Instituto Tecnológico de Morelia;

Casandra Herrejón Calderón (casandraherrejon@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

Karla Ivonne Serrano Arévalo (kiserranoa@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo;

*Alejandro Bucio Gutiérrez (1207258b@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se considera un sistema acústico formado por una guía de ondas de cristal fonónico compuesta por dos superficies planas y paralelas que envuelven un arreglo periódico de inclusiones cilíndricas circulares. Las superficies acústicas consideradas son suaves o rígidas. El método numérico de la ecuación integral es implementado para calcular las intensidades del campo de presiones correspondientes a los modos normales del sistema. Además, se calculan propiedades estadísticas como la función de autocorrelación y la longitud de correlación. Bajo ciertos parámetros, el sistema presenta patrones desordenados de las intensidades del campo. Este comportamiento es característico en sistemas caóticos clásicos como es el billar de Sinai, lo cual permite tener varias aplicaciones equivalentes. Por consiguiente, el efecto del caos en el sistema acústico contribuye a la presencia de patrones de campo desordenados.

Otro - LXV-005711

11:00-13:00 **Estudio del movimiento caótico del péndulo doble, utilizando el algoritmo de integración de Runge-Kutta Felbherg.** Dupret Alberto Santana Bejarano (dupret.santana@unison.mx), Universidad de Sonora;

*Oscar Gamaliel Sandoval Robles (a220202900@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

Porfirio Ruiz Hernández (a220205944@unison.mx), Universidad de Sonora;

Anahi Ruiz Cervantes (a220202885@unison.mx), Universidad de Sonora;

Estudio del movimiento caótico del péndulo doble, utilizando el algoritmo de integración de Runge-Kutta Felbherg. Anahi Ruiz Cervantes Departamento de Física, Universidad de Sonora Porfirio Ruiz Hernández Departamento de Física, Universidad de Sonora Oscar Gamaliel Sandoval Robles Departamento de Física, Universidad de Sonora Dupret Alberto Santana Bejarano Departamento de Física, Universidad de Sonora Resumen Presentamos un estudio sobre el movimiento de un péndulo doble mode-

lado en lenguaje FORTRAN. Los datos fueron recolectados por medio del desarrollo numérico de las ecuaciones diferenciales que representan este movimiento en la mecánica de Newton. Se empleó el método de Runge-Kutta-Fehlberg de ancho de paso variable para obtener una mayor aproximación. Hemos utilizado los datos para determinar sus características y su posterior visualización en diagramas de velocidad angular-posición angular ($\omega vs \theta$), posición y velocidades cartesianas, energía-tiempo ($E vs t$) y posición angular-tiempo ($\theta vs v$) para el sistema. Se realizaron distintas pruebas modificando las condiciones iniciales del sistema para evidenciar el movimiento caótico del péndulo secundario. El análisis de esto último se realizó mediante el cálculo de los exponentes de Lyapunov.

Otro - LXV-005835

11:00-13:00 Simulación numérica de las ecuaciones de Hodgkin-Huxley para modelar los potenciales de acción producidos por las señales nerviosas Dupret Alberto Santana Bejarano (*dupret.santana@unison.mx*), Universidad de Sonora; *Thelma Mariana Vallejo Valdez (*mariana-vallejo26@hotmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor. Claudeth Clarissa Hernandez Alvarez (*claudeth.clarissa@gmail.com*), universidad de sonora;

El potencial de acción es una descarga eléctrica que produce un cambio repentino y transitorio que viaja a través de la membrana plasmática para así producir sinapsis entre dos neuronas, el cual es un proceso fundamental para la comunicación y transporte de estímulos de una parte del cerebro a otra. Uno de los modelos físico-matemáticos que busca explicar este fenómeno es el de Hodgkin-Huxley titulado como "space-clamped axon model", que parte de una analogía entre la membrana celular y un circuito eléctrico resistencia-capacitor. El presente trabajo utiliza una simulación computacional hecha en Julia para reproducir el potencial de acción a partir de resolver numéricamen-

te las ecuaciones diferenciales resultantes del modelo de Hodgkin-Huxley, así como medir la sensibilidad de respuesta del potencial de acción en función de la variación de diversos parámetros tales como la intensidad del pulso, la capacitancia de membrana y las distintas conductancias existentes dentro del ambiente celular.

Otro - LXV-006090

11:00-13:00 EXPERIENCIAS EN FÍSICA APLICADA PARA ESTUDIANTES DE LICENCIATURA *Luis Flores Morales (*lfm@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Héctor De Jesús Cruz Manjarrez Flores Alonso (*hector@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México;

En el Taller de Vacío del Edificio de Docencia Experimental Tlahuizcalpan se han desarrollado una serie de experiencias para los estudiantes de licenciatura en Física orientadas a la física aplicada, es decir, actividades en el laboratorio que les permitan usar sus conocimientos de física que dan el soporte para la fabricación o evaluación de productos comerciales disponibles en el mercado. Las experiencias propuestas son la fabricación de espejos de alta reflectancia, los recubrimientos de control solar, la evaluación de propiedades ópticas de máscaras solares, el secado al vacío de fármacos y alimentos y la evaluación y control de hermeticidad. En todos los casos, para realizar las actividades experimentales se cuenta con la infraestructura en el Taller. En cada experiencia se busca que el estudiante alcance un resultado o producto con calidad comercial; para cada experiencia, se involucran conocimientos de diversas áreas de la física. En todas las experiencias, la ciencia y tecnología de vacío son el soporte principal, ya que en el sector productivo ocho de cada diez procesos involucran al menos, un paso, en donde la tecnología de vacío está presente.

Índice alfabético

- Aceves Campos, Héctor, 111
Acosta Cuevas, José Manuel, 203
Acosta Elías, Monica, 120
Acosta Escareño, Daniel, 223
Acosta García, Bryan Ashley, 166, 332
Acosta Montes, Jorge Gerardo, 324
Acosta Najarro, Dwight Roberto, 249
Acosta Portilla, Juan Rafael, 16
Acuña Cárdenas, Rubén Omar, 239, 319
Adame Villanueva, Lucía, 82, 84
Agarwal, Vivechana, 332, 412
Agostini, Pierre, 52, 306
Aguayo Alvarado, Ana Luisa, 325
Aguayo López, Christian Omar, 406
Aguayo Ortiz, Alejandro, 360
Aguero Granados, Maximo Augusto, 7, 152, 153, 237, 390
Aguilar, Adriana, 99, 411
Aguilar Arevalo, Alexis, 18
Aguilar Argüello, Gabriela Alejandra, 64, 70
Aguilar Arévalo, Alexis Armando, 17
Aguilar Hernández, Alberto Isaac, 8
Aguilar Hernández, Héctor Leonardo, 371
Aguilar Hernández, Ma. Del Socorro, 46, 255
Aguilar Lemarroy, Adriana, 149
Aguilar Martínez, Esmeralda, 252, 414
Aguilar Reyes, Bertha Oliva, 221
Aguilar Rivera, Carolina Marisol, 80, 313
Aguilar Rodríguez, Ernesto, 152, 364
Aguilar Ruiz, Edilberto, 281, 284
Aguilar Sanchez, Carlos Adrian, 267
Aguilar Torrez, Alejandro Edmundo, 355
Aguilar Velázquez, Víctor, 409
Aguilera Ramos, José Andrés, 336
Aguirre Aguirre, Daniel, 39, 267, 338
Aguirre Castillo, Luis, 186
Aguirre López, Mario Alberto, 366
Aguirre Manríquez, Issac Valentín, 232
Aguirre Rodríguez, Julieth Margarita, 122
Agustín Serrano, Ricardo, 164, 247, 250, 295, 369, 381, 408, 412
Alamo Calderon, Renzo, 145
Alaniz Baylón, Jared, 49, 173
Alanís Pérez, Javier, 105
Alarcón Oseguera, Francisco, 15, 313, 390
Alarcón Ronzón, Martín, 274
Alba Arroyo, José Ernesto, 245
Alcala Silva, Jose Maria, 373
Alcázar Hernández, Luis Enrique, 231
Aldana Saldañas, Yonatan, 311
Aldana Segura, Magdalena Waleska, 1
Aldaya Garde, Ivan Aritz, 132
Alejo Molina, Adalberto, 177, 342
Alemán Ayala, Karina, 300
Alfaro Avena, Luis Leobardo, 282
Alfaro Flores, Dante, 53
Alfaro Molina, José Rubén, 17, 70, 195, 273, 360
Almaguer Cantú, María Hortensia, 234
Almaguer Gomez, Citlalli, 176, 203
Almaguer Medina, Jaime Francisco, 176, 203
Almendarez Estrada, Daniela Michelle, 115
Alonso Guzmán, Bryan Edgar, 421
Alonso Murias, Monserrat Del Carmen, 344, 425
Alonso Torres, Edgar Giovanni, 159, 245, 404
Alonso-Cruz, Jonathan Raymundo, 171
Alquicira Peláez, Erika, 34, 117, 213
Altúzar Aguilar, Víctor Manuel, 56, 162, 248, 252, 253, 289, 406, 409, 414
Alva Medrano, Hugo, 379, 420, 432
Alva Sánchez, Héctor, 24, 233, 314, 394
Alvarado Aguayo, Ana Luisa, 423
Alvarado Goytia, Jose De Jesus, 302
Alvarado Leal, Luis Angel, 40
Alvarado Martínez, Jorge De Jesús, 341
Alvarado Pérez, Sebastián, 89
Alvarado-Méndez, Edgar, 180
Alvarez Astorga, Leonardo, 248
Alvarez Bajo, Osiris, 318, 396
Alvarez Ballesteros, Yulian Andrés, 147
Alvarez García, José Luis, 156, 322, 401
Alvarez García, Susana, 253
Alvarez Guzman, Pedro, 341
Alvarez Guzmán, Gilberto, 48
Alvarez Herrera, Cornelio, 178
Alvarez Martinez, Jonathan Ulises, 423
Alvarez Ochoa, César, 355
Alvarez Palomino, José Miguel, 206
Alvarez Perez Duarte, Manuel, 81
Alvarez Pérez, Pablo Alberto, 233
Alvarez Ramos, Mario Enrique, 45, 253, 266, 332
Alvarez Ríos, Iván, 107, 399
Alvarez Samano, Aurora, 269
Alvarez Sanchez, Ricardo, 191
Alvarez Torres, Ignacio, 142, 387
Alvarez Zauco, Edgar, 169
Alvarez Zavala, Roberto, 412
Alvarez-Icaza Longoria, Luis Agustín, 366
Amado Juárez, Salvador Javier, 372
Amador García, Faustino Moisés, 265
Amayo, Alexia, 73
Ambrosio Macías, Natalia Isabel, 315
Anaya García, Francisco Javier, 31
Ancheyta-Palacios, Monserrat, 315
Andrade Ocejo, Daniel Esteban, 94
Andrés, Miguel V, 170
Andrés Jorge, Bryan Alexis, 75, 110, 195
Angeles Aguillón, Irvin Fermín, 324, 386
Angeles Carranza, Arturo, 309
Angeles Uribe, Fernando, 124, 125, 202, 208, 291, 369–371

Angulo Córdova, Quintiliano, 131
 Annel Cristina, Armenta Gamez, 162
 Antonio De La Rosa, María Isabel, 148
 Antonio Pallares, Jaime E., 132, 133, 306, 377
 Anzaldo Meneses, Alfonso Moisés, 238, 319, 398
 Aparicio Méndez, María Del Rocío, 184
 Aquines Gutiérrez, Osvaldo, 87
 Aquino Aquino, Norberto, 226, 385
 Aquino Chapa, Martha Abril, 351
 Aquino Ortíz, Erik, 71
 Araiza Ibarra, José De Jesús, 223, 334, 375, 383, 388
 Araiza Sixtos, Fernando Arturo, 423
 Aranda Espinoza, Said Eduardo, 364
 Aranda Lara, Liliana, 316
 Aranda Sánchez, Jorge Isidro, 187, 275, 349, 351, 428, 431
 Arangure Chong, Oskar Francisco, 113
 Arauz Lara, Bernardo José Luis, 5, 49, 313
 Arce Rincón, Jorge Humberto, 186, 274, 350
 Arceo Reyes, Roberto, 107, 121, 142, 154, 202, 229, 289, 319, 427
 Arcos Díaz, Elsa Leticia, 96, 308
 Arcos Rojas, Luis Alberto, 280
 Ardisson Herrera, Pedro Luis, 145
 Arellano Bautista, Patricio, 273
 Arellano Celiz, Concepción, 183
 Arellano Gonzalez, Luis Mario, 175
 Arellano Sartorius, Lucía Guadalupe, 224
 Arenas Alvarez, Miriam, 227
 Arenas Sánchez, Enrique, 292
 Aretxaga, Itziar, 64, 68, 194, 282, 357
 Argüello-Sarmiento, George, 180
 Arias Lara, Olga Oralia, 331, 385
 Arias Montaña, Lorena, 119
 Arias Téllez, Nieves, 324, 386
 Ariza Flores, David, 54, 276, 377
 Armas-Rivera, Iván, 416
 Armendáriz Peña, Gustavo, 267
 Arreguin Aguirre, Miguel Alejandro, 220
 Arreola Lucas, Arturo, 246, 299, 303
 Arriaga, Jesús, 383
 Arriaga Argüelles, María Fernanda, 399
 Arriaga González, Auri Frauselia, 169
 Arriaga Hernández, Jesús Alonso, 71
 Arriaga Rodríguez, J. Jesús, 216
 Arriaga Rodríguez, Víctor M., 268
 Arriaga-Petrona, Javier, 116
 Arrieta Aguirre, Yolanda, 418
 Arrieta Ostos, Anabel, 119
 Arriola Ríos, Verónica Esther, 406
 Arroyo Carrasco, Maximino Luis, 44, 174, 180, 259, 339, 417–419, 425
 Arroyo Correa, Gabriel, 170, 190, 258, 274, 337, 420, 430, 431
 Arroyo-Hernandez, José Miguel, 116
 Arteaga Velázquez, Juan Carlos, 25
 Arthur, Sarah Jane, 80
 Arvizu Velázquez, Arturo Alejandro, 91
 Arzate Trujillo, Ricardo César, 205, 405, 406
 Aráoz Alvarado, Carlos, 238
 Arévalo Aguilar, Luis Manuel, 259, 402
 Arévalo Bautista, Leonardo Jahir, 178
 Arévalo López, Eugenia Paola, 132, 133, 140, 305, 306, 378, 413
 Avazpour, Mahrokh, 264
 Avelar Muñoz, Fernando, 223, 383, 389
 Avellaneda Avellaneda, David, 41
 Avendaño Alejo, Maximino, 39
 Avendaño Estrada, Arturo, 317, 396
 Avendaño Roque, Alan De Jesús, 422
 Avila Castro, Fernando, 82
 Avila Garcia, Yosuan, 35
 Avila Gaxiola, Jorge Carlos, 157
 Avila Reese, Vladimir, 68, 72
 Avila Rodríguez, Miguel Ángel, 4, 396
 Avila Rojas, Daniel Omar, 70, 125, 195, 197, 202, 208, 291, 369–371
 Aviles Alvarado, Andres Alberto, 111
 Avilez López, Ana Aurelia, 198, 200, 272, 283, 400
 Avilés Alvarado, Andrés Alberto, 355, 356
 Avilés Mandujano, Patricia Raquel, 209, 228, 308, 371
 Aviña Ortiz, José Ramon, 187–189
 Ayala, Sandra, 362
 Ayala Solares, Hugo Alberto, 69
 Azanza Ricardo, Cristy Leonor, 131, 375
 Añorve Solano, Christopher, 201, 281, 363

 Baez De La Luz, Natalia, 139, 186
 Bagatella-Flores, Norma, 368
 Ballesteros Paredes, Javier, 279
 Baltazar Herrejón, Arturo, 187, 275, 351, 431
 Baltierra Jasso, Gabriel, 224
 Barberis Blostein, Pablo, 244
 Barco Melendrez, Delanie Sugey, 374
 Barradas Guevara, José Enrique, 183, 184, 271, 348, 427
 Barragan, Eduardo, 22, 236
 Barranco Monarca, Juan, 273
 Barranco Sainz, Alejandro, 102, 303
 Barraza Perez, Jeimy Anali, 212
 Barrera Ballesteros, Jorge Karolt, 66, 72, 73
 Barrera Figueroa, Víctor, 96, 179, 238
 Barrios Barocio, Erick, 33, 125, 202, 207, 291, 369–371, 401
 Barrios De La Cruz, Alan Josep, 96
 Barrios Romero, Rodrigo Fernando, 213
 Barrios Vargas, José Eduardo, 108, 217
 Barron Ortiz, Dannareli, 44
 Bashir, Adnan, 347
 Basilakos, Spyros, 65
 Basilio Ortiz, José Carlos, 50, 173, 261, 329
 Bassol Rojas, Baltasar, 322
 Bastarrachea Magnani, Miguel Angel, 28, 90, 243, 324, 325
 Bastida Montiel, Valentina, 351

Basu, Debjyoti, 10
 Batta Márquez, Aldo Alberto, 361
 Bautista Elivar, Nazario, 355
 Bautista Guzmán, Iraís, 62, 63
 Bautista Hernández, Ana, 39, 338
 Bautista Pérez, Jeni Elizabeth, 376
 Bautista Reyes, Daniela, 247
 Bazavilvazo Azua, Sheila Elvira, 50, 179, 417
 Baños Gutiérrez, Jorge, 88
 Bañuelos Hernández, Tania Faviola, 400
 Becerra, Rosa Leticia, 355
 Becerra Godínez, Rosa Leticia, 69, 117
 Becerril Bárcenas, Ricardo, 187
 Becerril Tapia, Marcial, 112
 Bedolla Hernandez, Marco Antonio, 427
 Beirana Palencia, Luisa Gracia, 395
 Beleño Molina, Daniel Alberto, 113
 Belio Manzano, Alfredo, 389
 Bello Jiménez, Miguel Ángel, 170, 173
 Bello Ramírez, Martha Irene, 213
 Bello-Jimenez, Miguel, 49, 416
 Belman Flores, Juan Manuel, 138
 Beltrán Martínez, Luis Enrique, 147, 288
 Beltrán Pérez, Georgina, 162, 248, 253, 264, 265, 275, 326, 328, 406
 Belyaeva Leonidovna, Tatyana, 152
 Ben-Nun, Michal, 14
 Benavides Morales, Francisco Javier, 160
 Benet Fernández, Luis, 186
 Benitez Abarca, Crhistian Alejandro, 278
 Benitez Rico, Adriana, 16, 132, 133, 140, 306, 377, 413
 Benítez Benítez, José Luis, 132, 163, 216, 250, 298, 376
 Benítez Rico, Adriana, 305
 Benítez Salinas, José Ángel, 309
 Bermeo Campos, Ricardo, 378
 Bernal, Aldair, 386
 Bernal Arroyo, Jorge Alejandro, 130, 308
 Bernal Bautista, Argelia, 423
 Bernal Bejarle, Abel, 279
 Bernal Orozco, Jesus Aldair, 324
 Bernard, Olivier, 392
 Bertoni Álvarez, Aristóteles, 126
 Berumen Torres, Javier Alejandro, 223, 383, 388
 Betancur Ocampo, Yonatan, 217
 Betanzos Torres, Marco Antonio, 249
 Bietenholz, Wolfgang Peter, 20, 21, 62
 Blaga, Cosmin, 52
 Blanco Cano, Xóchitl, 13
 Blazquez Villalobos, Maria Del Carmen, 244
 Bolsée, David, 81
 Bosso, Pasquale, 237
 Brandan Siqués, María Ester, 23, 26, 27, 317
 Bravo Navarro, Blanca Azucena, 362
 Bravo Sánchez, Alexis Iván, 406
 Bravo Velazquez, Carlos Alberto, 35
 Bresolin, Fabio, 65
 Bretón Báez, Nora Eva, 155, 239
 Briones Torres, José Alberto, 134, 301
 Briseño De La Cruz, Alma Gabriela, 248
 Brito Reyes, Gerardo Rafael, 408
 Bruzual Alfonso, Gustavo Ramón, 66, 71
 Bucio Gutiérrez, Alejandro, 379, 420, 432
 Buendia Rios, Tania Mayte, 116
 Bueno Camarillo, Gustavo Angel, 390
 Bueno Gasca, Adriana, 180
 Burgos Puentes, Santiago, 396
 Burlak, Gennadiy, 416
 Bustamante Parra, Vladimir, 181
 Bustos Gómez, Armando, 207, 352, 365
 Bustos Maya, Francisco Raúl, 365
 Bustos Maya, Guillermo Gerardo, 51, 207, 352, 365
 Báez, César Alejandro, 47
 Báez Barrios, Argelia Sol-Haret, 16, 123
 Báez Juárez, María Gabriela, 219, 222, 246, 299, 303
 Bárcenas Escobar, Martín, 292
 Cabadas Contreras, Camila, 240
 Cabal Velarde, Javier, 46, 136, 217, 256, 300, 353, 364, 376, 381
 Caballero Benítez, Santiago Francisco, 158, 159, 245, 402, 403
 Cabello López, Marco, 286
 Cabo Bizet, Nana Geraldine, 103, 239, 240, 322
 Cabral Espriella, Adolfo Daniel, 371
 Cabrera, C. I., 220
 Cabrera Manuel, Augusto, 274
 Cabrera Muruato, Elva, 156
 Cabrera Perdomo, Carlos Iván, 58
 Cabrera Trujillo, José Manuel, 255
 Cabrera Trujillo, Remigio, 51, 52
 Cabrera Zamora, Andrea, 409
 Cadena Nava, Rubén Darío, 44
 Calderón Baeza, Diana, 172
 Calderón Franco, Pablo Agustin, 175
 Calderón Muñoz, José Carlos, 367
 Caldiño García, Ulises Sinhue, 394
 Callejas Cortes, Maritza, 179
 Callejas Tavera, Alvaro, 280
 Calles Martínez, Alipio Gustavo, 46, 333
 Calva Treviño, Natasha Ximena, 391
 Calvet, Nuria, 78
 Calvino Gallardo, Marbella, 378
 Camacho Garibay, Abraham, 52, 306
 Camacho Lara, Sergio, 127, 192
 Camacho López, Miguel Ángel, 394
 Camacho Medina, Edgar Alejandro, 33
 Camacho Morales, María Del Rocío, 290
 Camacho Quintana, Abel, 198
 Camargo Raya, Claudia Consuelo, 286
 Camarillo Avilés, Andrés, 170
 Camarillo García, Enrique, 370
 Camas Anzueto, Jorge Luis, 169, 176, 264, 287, 414, 426
 Campos García, Manuel, 39
 Campos Hernández, Alicia, 189

Campos Méndez, Ethan, 155
Campos Uscanga, Adair, 225
Canales Guajardo, David, 248
Canales Gómez, Edson Canales, 329
Canales Pozos, Adrián, 242
Cancino Betancourt, Ranferi, 224
Cancino Escobar, María Stefany, 10
Cano Aguila, Oscar, 224
Cano Díaz, Mariana, 72, 115, 358, 360
Cano Lara, Miroslava, 160, 190, 232
Cano Martínez, Daniel, 297
Cano Villegas, Raul Alfonso, 116
Canseco Jiménez, Sahory Andrea, 88
Cantó, Jorge, 79, 285
Canuto Gómez, Luis Enrique, 271
Capistrán Rojas, Tomás, 24, 70, 195, 197
Carbajal, Christian Cristóbal, 291
Carbajal Arízaga, Gregorio Guadalupe, 42
Cardona Ramírez, Dagoberto, 175
Cardona Torres, Luisa, 282
Caretta, César Augusto, 196, 278
Carigi, Leticia, 73
Carillo Torres, Roberto Carlos, 330
Carpinteyro Bernardino, Severiano, 271
Carrada Legaria, Rosibel, 342
Carramiñana Alonso, Alberto, 5, 358
Carranza Navarrete, David Raúl, 231
Carrasco, Esperanza, 116
Carrasco Castillo, Dulce Esperanza, 250
Carrasco González, Carlos, 74
Carrasco Licea, Esperanza, 85
Carrera Padilla, Carlos Rubén, 143
Carreño García, Jorge Arturo, 202, 286
Carreón González, María Fernanda, 197
Carrillo Bastos, Ramón, 99, 108, 256, 298, 407, 412
Carrillo Estrada, José Luis, 11, 313
Carrillo Martínez, José Luis, 358
Carrillo Mercader, Alexa, 31
Carrillo Monteverde, Alba Leticia, 271
Carrillo Torres, Roberto Carlos, 266, 332
Carrillo Trejo, Erika Cecilia, 58, 134
Carrillo Vazquez, Andrea Denisse, 168
Carvajal Escalera, Manuel Jesús, 184
Casas García, Victor Vadhir, 383
Casas Sánchez, Deisy, 62
Casillas-Aviña, G. E., 210
Castañeda Almanza, Cosmy Polet, 173, 261
Castañeda Hernandez, Alfredo Martín, 277, 348
Castañeda Priego, Ramón, 313, 423
Castellanos, Marisol, 279
Castellanos Cervantes, Ulises Ivan, 237
Castellanos Coronado, Samuel Alejandro, 345
Castellanos Jaramillo, Juan Miguel, 311
Castellanos Moreno, Arnulfo, 371, 401
Castellanos Pineda, Mitsa Marisol, 193
Castellanos Águila, Jesús Eduardo, 138, 382
Castellón Salguero, Cindy Mariella, 349
Castillo Alvarado, Fray De Landa, 224, 352
Castillo Guzmán, Arturo Alberto, 86, 213, 261, 424
Castillo Lezama, Christian Esaú, 201
Castillo López, Jorge Patricio, 26, 317
Castillo Mixcóatl, Juan, 162, 248, 253, 264, 265, 268, 276, 326, 328, 406
Castillo Sosa, Anna Ximena, 201
Castillo Téllez, Beatriz, 229
Castillo Téllez, Margarita, 229
Castro, Esteban, 82
Castro, Miguel, 168
Castro Arce, Lamberto, 128, 209, 212, 294, 368, 373, 410
Castro Beltrán, Rigoberto, 353, 423
Castro Chacón, Joel Humberto, 115
Castro Colín, Miguel, 1
Castro Coyotl, Dulce Maria, 395
Castro Garay, Paola Ma., 331
Castro García, José Luis, 403
Castro Granados, Celeste, 292
Castro Iracheta, Diana Gisela, 110
Castro Martínez, Francisco Miguel De Jesús, 166, 332
Castro Ramos, Jorge, 75, 181
Castro Rodriguez, Roman Ernesto, 407
Castro Simanca, Ferney, 245, 324
Castro-Villarreal, Pavel, 99
Castán-Ricaño, Diana, 178
Catarino Centeno, Rafael, 167
Ceballos Ramírez, Nazareth, 19
Ceballos-Zumaya, Jefe, 102, 220
Cebrian Xochihuila, Pedro, 345
Celaya Hernández, Diego Alan, 222
Celestino Vázquez, Jocelyn, 143
Cercós Olmos, Natalia, 240
Cerdán Hernández, Guillermo, 192
Cerecedo Núñez, Héctor Hugo, 339, 343
Cerna Aguilar, Flor Anahí, 265
Cervantes Guevara, Luis Roberto, 348
Cervantes Jauregi, Jorge Armando, 48
Cervantes Lozano, Francisco Joel, 176
Cervantes Perdomo, Alejandra Sabed, 183
Cervantes Sodi, Bernardo, 65, 114, 285
Cerón Ramírez, Pablo Víctor, 22
Cerón Ángeles, Victoria Elizabeth, 154
Cerón-García, Eduardo, 391
Cetto Kramis, Ana María, 227, 295
Chacón Acosta, Guillermo, 98
Chacón Lavanderos, Jazhiel, 153
Chagoya Saldaña, Javier Fernando, 153, 194, 239, 242, 320-322, 398
Chaikina, Elena, 181
Chairez Martinez, Jose Luis, 120
Chairez Veloz, José Eduardo, 12, 351
Chanda, Debashis, 423
Chapetti Jimenez, Sofia Daniela, 363
Chaves Velasquez, Luis Leonardo, 75
Chavez Antonio, Luis, 151
Chavez Dagostino, Miguel, 362

- Chavez Menez, Inti Ernesto, 17
 Chavez Vazquez, José Daniel Enrique, 230
 Chico Gómez, Leonor María, 6
 Chim Ramírez, Karol Angélica, 286
 Chiu Escamilla, Oscar Ignacio, 209
 Chuey Mendoza, Ian, 253
 Chávez Carlos, Jorge, 28
 Chávez Cerda, Sabino, 39, 174, 418
 Chávez Gutiérrez, Yanneth Tzitzin, 331
 Chávez Martínez, América, 121, 204, 328
 Chávez Miyauchi, Tomás Eduardo, 413
 Chávez Murillo, Ricardo, 65
 Chávez Pech, Carlos Esteban, 111, 355
 Chávez Pérez, Víctor Manuel, 176, 203
 Chávez Valenzuela, Daniel, 9, 53, 223
 Chávez Villalpando, Israel, 106
 Chávez Vázquez, José Daniel Enrique, 390
 Chávez-Aguirre, B. U., 210, 214
 Cid Lobaco, Brandon Jhoseph, 136, 137, 304
 Cimental Chávez, Jacqueline, 322
 Cisneros Gudiño, Carmen, 142, 387
 Cisneros Linares, Erick, 315
 Cisneros Rivera, Jesús Antonio, 269
 Cisneros-González, Miriam E., 81
 Cisneros-Sánchez, Ana Karina, 314
 Cobos Martinez, Jesus Javier, 272
 Coello, Victor, 38
 Coello Cárdenas, Víctor Manuel, 419, 421
 Cogordán Zúñiga, Andrés, 119
 Collado Islas, Raquel, 80
 Collantes Collantes, Juan Ramon, 237
 Colombo, Dario, 66
 Colonnier Huesca, Victor Arturo, 92
 Colorado Ortíz, Enrique, 34
 Colín Valero, Mario Adrián, 167
 Concha Sánchez, Yajaira, 170, 259, 337
 Condado Hernández, David, 56
 Conde Sanchez, Jose Ruben, 112, 161, 395
 Conde Álvarez, Ana Cecilia, 203, 295
 Contreras, María Eugenia, 113
 Contreras Hernández, Leonardo Daniel, 428
 Contreras Loera, Victor Ulises Lev, 179, 214
 Contreras Martínez, María Eugenia, 281, 363
 Contreras Sepúlveda, Wilmer, 45, 177
 Contreras Solorio, David Armando, 120, 299, 300
 Contreras Soto, Marco Antonio, 126
 Contreras Terán, Marco Antonio, 180
 Contreras Vergara, Oliver, 312
 Cordero Borboa, Adolfo Ernesto, 221, 369
 Cordero Cid, Luz Adriana, 184
 Cordero Urdanivia, Karen, 234
 Cordova Cortez, Luis Fernando, 408
 Corella Madueño, Adalberto, 311, 331, 385
 Cornejo Rodríguez, Alejandro, 170, 178, 206, 263, 340, 368
 Cornelio De Jesús, Reyna, 263
 Corona Cedillo, Pedro Roberto, 316
 Corona Marín, Daniel, 430
 Corona Patricio, Gabino, 97, 220, 372
 Coronado Nieto, Sebastián, 329
 Corral Escobedo, Luis José, 84
 Corral Yañez, Horacio, 432
 Correa Abad, Julián David, 216, 298
 Cortese, Barbara, 42
 Cortez Gonzalez, Raul Alexis, 363
 Cortez Rodriguez, Santiago, 324
 Cortés Martínez, Rodolfo, 172, 174, 338, 416, 419
 Corzo Trejo, Neil Vladimir, 89, 90
 Cosio Castañeda, Carlos, 127
 Cotzomi Paleta, Jorge, 161, 164
 Couder-Castañeda, C., 210
 Coyotl Ojeda, Montserrat Nevai, 411
 Creely, Alex, 1
 Crespo Sosa, Alejandro, 47
 Cristerna Nava, Sofia, 213
 Crisóstomo Reyes, Margarita Clarisaila, 218, 301
 Cruz Albaro, Eligio, 275, 349, 428
 Cruz Alvarez, Arturo Emmanuel, 110
 Cruz Bastida, Juan Pablo, 22
 Cruz Becerra, Miguel Angel, 374
 Cruz Cid, Abraham, 153
 Cruz Irisson, Miguel, 102, 136, 137, 218, 224, 301, 303, 304, 378, 382
 Cruz Jáuregui, Ma. De La Paz, 251, 408
 Cruz López, Donají Xóchitl, 124, 125, 202, 208, 291, 369-371
 Cruz Manjarrez Flores Alonso, Héctor De Jesús, 433
 Cruz Osorio, Alejandro, 3
 Cruz Osorio, Elizabeth, 385
 Cruz Suárez, Hugo Adán, 231
 Cruz Y Cruz, Sara Guadalupe, 244, 261
 Cruz Zaragoza, Epifanio, 411
 Cruz-Castañeda, Jorge, 145, 228, 309
 Cruz-Irrison, Miguel, 222, 251
 Cuautle Flores, Eleazar, 62
 Cuba Amésquita, Christian Ricardo, 370
 Cubos Ramírez, José Manuel, 257
 Cuen Galindo, Ismael, 277
 Cuen Rochin, Saul, 18
 Cuervo Montiel, Ana Karen, 52
 Cuevas García, Sergio, 19
 Cuevas Otahola, Bolivia Teresa, 71
 Cuevas Peña, Pilar, 278
 Cumberbatch Cortés, Roy Adrián, 87
 Cureño Ayuardo, Carlos Javier, 222
 Cuéllar Camacho, José Luis, 147
 Cárcamo Verde, Francisco Javier, 52, 307
 Cárdenas Zavala, César Emilio, 331
 Cázares Bush, Federico De Jesús, 271
 César Omar, Ramírez Álvarez, 148, 311
 Córdova Arreola, Dulce Elena, 363
 D' Olivo Saez, Juan Carlos, 17
 Dalle Mese Zavala, Giannina, 82, 110, 359

Damian, Cesar, 398
 Dantzler, Heather, 354
 Daza Casiano, Luis Germán, 407
 De Alba Martínez, Durruty Jesús, 157
 De Anda Reyes, María Eunice, 304
 De Celis Alonso, Benito, 22, 148, 150, 233, 411
 De Colle, Fabio, 69, 80, 117, 355
 De Coss Gómez, Romeo Humberto, 37, 53, 221, 299, 379
 De Gouveia Dal Pino, Elisabete, 79
 De La Cruz, Wencel, 423
 De La Cruz Carreta, Ángel Eduardo, 298
 De La Cruz Díaz, Josué Domingo, 241
 De La Cruz González, José Luis, 177
 De La Cruz Hernández, Wencel, 245, 324, 325
 De La Cruz Mendoza, Enrique, 262
 De La Cruz Moreno, Javier Israel, 159
 De La Cruz Roman, Colver Emanuel, 51
 De La Fuente Morales, Enrique, 164
 De La Garza Guillén, Andrea Carolina, 123
 De La Luz Rodríguez, Victor Hugo, 119, 121, 357, 365
 De La Mora, Pablo, 135, 301
 De La O López, Juan Andrés, 131
 De La Peña Auerbach, Luis, 227
 De La Peña Gochi, Marco Antonio, 175
 De La Peña Seaman, Omar, 101, 375
 De La Rosa Canales, José Guadalupe, 146, 229
 De La Rosa Jasso, Alejandra De Jesús, 135
 De La Toba Acevedo, Beatriz Italia, 254
 De La Torre Gutiérrez, Lourdes Giselle, 149
 De La Torre Medina, Joaquín, 221
 De León, José Alfredo, 402
 De León Abboud, Carlos Eduardo, 386
 De León Alanís, Luis Ángel, 14
 De Llano De La Garza, Manuel, 106
 De Los Santos Torres, Luis Fernando, 163
 De Luna Gallardo, Angel Omar, 179
 De Santos Flores, Iñaki, 152, 237
 De Urquijo Carmona, Jaime, 9, 142, 207, 352, 365
 Debo Sandoval, Natividad Del Carmen, 123
 Degollado Daza, Juan Carlos, 154, 399
 Del Angel, Sonia Berenice, 208
 Del Burgo, Carlos, 117
 Del Castillo Valencia, Juan Pedro, 253
 Del Castillo Vázquez, Roxana Mitzayé, 15, 46, 231, 255, 289, 334
 Del Muro Longoria, D. B., 220
 Del Río Valdés, José Luis, 93, 124, 161, 246, 290, 291
 Del Río Correa, José Luis, 11, 147, 230, 295, 389
 Del Río De Santiago, Antonio, 36, 411
 Del Río Lima, Alejandra, 52, 140
 Del Valle Díaz Muñoz, Luisa Gabriela, 125, 208, 291
 Del Valle Rosales, Juan Carlos, 56
 Del Ángel Medina, Alberto, 244, 292, 351
 Delgado Curiel, Esteban, 307
 Delgado Inglada, Gloria, 73
 Delgado Nieblas, Francisco Cesar, 157
 Delgado Rubalcava, Fermin, 120
 Deriabina, Alexandra, 307, 385
 Dharmawardena, Thavisha, 197
 Diabb Zavala, José Manuel, 40
 Diago Cisneros, Leovildo, 141
 Diaz Castillo, Sofia Guadalupe, 310
 Diaz Gutierrez, Evelin, 318
 Diaz Mondaca, Ana Guadalupe, 272
 Diaz Reynoso, Uriel Alberto, 59
 Diaz Saldaña, Alberto Isaac, 239
 Dies-Suarez, Pilar, 22, 150, 151, 236, 316
 Dimauro, Louis Franklin, 52, 306
 Dominguez, Rafael, 363
 Dominguez Kondo, Jorge Naoki, 150
 Dominguez Tejero, Sara Angelica, 251
 Domratcheva-Lvova, Lada, 257
 Domínguez Colín, Raymundo, 234
 Domínguez Flores, Carmen Edith, 344
 Domínguez Godínez, Jair Othoniel, 167
 Domínguez Jiménez, Dalia Yvette, 351
 Domínguez Serna, Francisco Antonio, 29, 245, 325
 Donado Pérez, Fernando, 99, 311, 312, 314, 389, 431
 Dorantes Dávila, Jesús, 101
 Drory, Niv, 73
 Drouaillet Ochoa, Esmeralda, 77
 Duarte Zamorano, Roberto Pedro, 253, 371
 Dultzin Kessler, Deborah, 195
 Duque Echeverri, Carlos Alberto, 58, 134, 216, 298
 Duran Meza, Gabriela, 11, 389
 Duran Toribio, José Maria, 46
 Durand Manterola, Héctor, 242
 Durazo Romero, Emmanuel Santiago, 122
 Durán Sánchez, Manuel, 49, 170, 173, 416
 Dzib, S., 76
 Dávalos, David, 402
 Dávila Arévalo, Edgar, 173, 262
 Dávila Rivera, Alejandra, 389
 Díaz Correa, Josué Rodrigo, 239
 Díaz De Anda, Alfredo, 216, 304, 376, 383, 416
 Díaz Figueroa, Elton Everardo, 179
 Díaz Herrera, Enrique, 252, 391
 Díaz Herrera, Melissa, 203
 Díaz Pérez, Efraín Ossmar, 89
 Díaz Saldaña, Alberto Isaac, 153, 321
 Díaz Torres, Luis Armando, 246
 Díaz Uribe, José Rufino, 39, 267
 Díaz Valerio, Luis Alberto, 380
 Díaz Zaragoza, Mariana, 31
 El Hachimi, Abdel Ghafour, 297
 Elinos Calderon, Diana, 293
 Elías Chávez, Mauricio, 193
 Encinas Velázquez, Byron Jesús, 242, 277, 401
 Enciso Muñoz, Agustín, 299, 300
 Enciso-Aguilar, M. A., 210
 Enger, Jonas, 93
 Enriquez Gómez, Luis Fernando, 417
 Enríquez Carrejo, José Luis, 163

Enríquez Flores, Christian Iván, 229, 289, 415
 Erenas Martínez, Mario Alberto, 157
 Erwin, Justin, 81
 Escalante Garcia, Ismailia Leilani, 35, 36, 411
 Escalera Santos, Gerardo Jesús, 108, 366, 430
 Escalona Alcázar, Felipe De Jesús, 145
 Escamilla, Raúl, 132, 306
 Escamilla Angeles, Jose Armando, 269
 Escamilla Guerrero, Raúl, 133, 140, 305, 377, 413
 Escamilla Herrera, Lenin Francisco, 95
 Escamilla Rivera, Celia Del Carmen, 103, 153, 238, 240, 321
 Escobar, Ángeles, 99
 Escobar Aguilar, Eric Santiago, 98, 370
 Escobar Alarcón, Luis, 41
 Escobar Gomez, Elías Neftalí, 176
 Escobar López, María De Los Ángeles, 311
 Escobar Ruiz, Adrián Mauricio, 7, 8, 88, 96, 322
 Escobar Santiago, Carlos Enrique, 154
 Escobedo Alatorre, J. Jesús, 202, 286, 342, 415
 Escorcía Ramírez, Raúl Guillermo, 427
 Escudero Gómez, Joel Elias, 141
 Espejel M., Raúl Arturo, 333
 Espejo Fonseca, Ruby, 151
 Espericueta Gonzáles, Diana Leticia, 381
 Espinobarro Velázquez, Daniel, 121, 188, 260, 432
 Espinosa Caleti, Beda, 395
 Espinosa Champo, Abdiel De Jesus, 130
 Espinosa De La Cruz, Edwin Addiel, 173
 Espinosa Gómez, David, 275, 428
 Espinosa Martínez, Mario, 9
 Espinosa Ponce, Carlos, 73
 Espinosa Sánchez, Yuliana Mariem, 415
 Espinosa Vega, Leticia Ithsmel, 389
 Espinoza, Maria Catalina, 62
 Espinoza Arias, Ismael, 57
 Espinoza Beltrán, Lucina Gabriela, 62
 Espinoza Bustamante, Iván, 371
 Espinoza Hernández, Catalina, 16
 Espinoza Rosales, José Eduardo, 390, 411
 Espinoza Salinas, David Alejandro, 246
 Espitia Mosquera, Daniela, 358
 Esquivel Cervantes, Ricardo, 351
 Esquivel Ovilla, José Aarón, 318, 396
 Esquivel Ramirez, Eduardo, 159, 245, 404
 Esquivias Salazar, Ruben Omar, 188
 Estevez Delgado, Gabino, 154, 240, 241
 Estevez Delgado, Joaquín, 97, 152, 154, 240, 241, 294, 364, 430
 Estrada Chávez, Francisco, 54
 Estrada Jiménez, Sendic, 319
 Estrada Ramírez, Ricardo, 215, 296
 Estrella Cerón, Rubén Aurelio, 266, 332
 Estudillo Ayala, Julián Moisés, 180, 188, 189, 258, 260, 262, 264, 335, 346, 415, 416
 Etafo Oshogwue, Nelson, 32
 Falcon, Paola Denisse, 48
 Falcon Salinas, Paris Daniel, 130
 Falconi Calderón, Richard, 15, 131, 132, 163, 204, 216, 250, 298, 376
 Fan, Kwok Lung, 24
 Fang, Li, 306
 Farrera Megchun, Agustín, 430
 Fernández Anaya, Guillermo, 141
 Fernández Escamilla, Héctor Noé, 40, 167, 254, 333, 410
 Fernández Hinke, Julia, 126
 Fernández Madrigal, Laura Daniela, 234
 Fernández Saldaña, Jesús Antonio, 375
 Fernández Téllez, Arturo, 9, 92, 227, 231
 Fernández-Arenas, David, 65
 Ferreira Dos Santos, Lea, 325
 Fierro Santillán, Celia Rosa, 84
 Figueiredo, Diego, 161
 Figueroa Lara, Aldo, 19
 Figueroa Medina, Evangelina, 27
 Figueroa Méndez, Valeria, 132
 Figueroa Navarro, Carlos, 209, 368, 410
 Filoteo Razo, José David, 335, 417
 Finkelstein-Shapiro, Daniel, 88
 Flores, Nahiel, 82
 Flores Acosta, Mario, 302
 Flores Callejas, Jorge, 309
 Flores Camargo, Ricardo, 365
 Flores Cruz, Jesús Alberto, 33
 Flores Flores, Edy, 122, 162, 249, 367
 Flores Godoy, José Job, 141
 Flores Hidalgo, Lucía Sofia, 252, 414
 Flores Jimenéz, Maria Cristina, 370
 Flores Martínez, Nestor Antonio, 326
 Flores Mena, José Eladio, 122, 161, 249, 367
 Flores Meneses, Carlos Augusto, 338
 Flores Mijangos, Jesús, 57, 90, 140, 292
 Flores Morales, Luis, 433
 Flores Morales, Miguel Ángel, 86
 Flores Morales, Shirley Sarai, 207
 Flores Núñez, Jorge Luis, 177
 Flores Olague, Laura Judith, 156
 Flores Olmedo, Enrique, 219, 222, 246, 299, 303
 Flores Ortega, Ana Cecilia, 11
 Flores Pon, José Luis, 121, 427
 Flores Prudente, Jesús Aaron, 351, 399
 Flores Rivera, Frida Lisette, 132
 Flores Rodríguez, Miguel, 84
 Flores Romero, Martha Beatriz, 212
 Flores Rosas, Ariel, 229, 346, 415, 426
 Flores Sandoval, Maricela, 172
 Flores Serrano, Guadalupe, 206, 368
 Flores Tirado, Ana Karen, 410
 Flores Torres, Leonardo, 225, 385
 Flores Zapotitla, Rufino, 342
 Flores-Sanchez, Omar, 410
 Fong González, Ariel, 264
 Fonseca, Alejandro, 402
 Fox Machado, Lester, 200

Fraedrich, Klaus, 310
 Fraga Almanza, José Luis, 32, 246, 367
 Fragoso Tenorio, María José, 111, 112
 Fraija Cabrera, Nissim Illich, 69, 70, 80, 117, 199, 280, 284, 355
 Fraire, Elizabeth, 355
 Francisco Domingo, Porfirio Rosendo, 257
 Franco, José, 82
 Franco Escudero, Emily Andrea, 142
 Franco Hernández, Ramiro, 78
 Franco Ortiz, Margarita, 331
 Franco Reyes, Rebeca, 164, 408
 Franco Villafañe, John Alexander, 89, 90
 Freire, Martín, 287
 Friend Gonzalez, Rodrigo, 274
 Fritz, Jacopo, 70, 79, 114
 Frontana, Bernardo, 31
 Froylan Lazaro, Valeria, 187
 Frías Suárez, Diego, 388
 Fuentecilla Carcamo, Ivan, 138
 Fuentes Carrera, Isaura, 279
 Fuentes Hernández, Carlos Alberto, 172, 338, 416
 Fuentes Madariaga, Beatriz Elizabeth, 166, 228, 371, 380, 421
 Fuentes Sánchez, Katya Verónica, 12
 Fuentes Villanueva, Itzamna Esau, 345
 Fuentes-Carreón, Claudio, 228
 Félix Beltrán, Olga Guadalupe, 183, 184, 271, 272, 348, 427

 Gabarrete Fajardo, Carlos Eduardo, 238
 Gaggero-Sager, Luis Manuel, 297
 Gaitán Lozano, Ricardo, 16, 17, 21, 92, 192, 374, 428
 Galaviz Beas, Kevin Josue, 212
 Galaviz Pérez, Jorge Alberto, 226
 Galicia López, Juan Francisco, 225
 Galindo De La Rosa, Benjamin, 276
 Galindo De La Serna, Josué Irad, 144
 Galindo Hernandez, Maximiliano De Jesús, 239
 Galindo Mena, Francisco, 208
 Galindo Schembri, Karen Elizabeth, 421
 Galindo Uriarte, Oscar Jaime Michelin, 239
 Gallaga González, Uriel, 316
 Gallardo Del Ángel, Agustín, 74
 Gallegos Arellano, Eloisa, 258, 415
 Gallegos García, María Irene Liliana, 208, 226
 Gallegos Muñoz, Josué Dagoberto, 399
 Gallegos Salgado, Jessica Andrea, 115
 Gallegos Santiago, Omar, 104
 Gallegos Yañez, Cristian Joel, 427
 Galvan, Thaire Valeria, 418
 Galván García, Evangelina, 353, 381
 Galván Gámez, Edwin Antonio, 284
 Galván Madrid, Roberto, 74, 79
 Galván Navarro, Eric Didier, 175, 263
 Galván Peña, César Gabriel, 47, 168, 169, 302
 Gamboa, Fidel, 163

 Gamboa De Buen, Isabel, 309
 Garay Palmett, Karina, 29, 245, 324, 325, 423
 Garay Solis, Yeny, 66
 Garcia Camacho, Luis Alfonso, 199
 Garcia Caraveo, Kevin Jafet, 304
 Garcia Chung, Angel Alejandro, 167
 Garcia Cifuentes, Keneth Stiven, 117
 Garcia Gallegos, Jesus Hazael, 256, 364
 Garcia Garcia, Omar Rodrigo, 149
 Garcia González, Saul, 241
 Garcia Macedo, Jorge A., 268
 Garcia Melgarejo, Julio Cesar, 172
 Garcia Pelagio, Karla Paola, 27
 Garcia Peñaloza, Polet, 149
 Garcia Pozos, Jose Miztli, 345
 Garcia Uc, Luis Fernando, 37, 299
 Garcia Villagrana, Julia Lizeth, 213
 Garcia-Gomez, Nora Aleyda, 250
 Garcia-Pelagio, Karla P, 317
 Garcilazo Sánchez, Ariadna Selene, 392
 Garcés García, Eric Raymundo, 225, 258, 298
 Garcés García, Estela Alejandra, 184, 428
 García Alcántara, Consuelo, 391
 García Aspeitia, Miguel Ángel, 199, 231
 García Borquez, Arturo, 267
 García Camacho, Luis Alfonso, 349
 García Compeán, Héctor Hugo, 239
 García Cruz, Miguel Angel, 126
 García Espinosa, David Alexis, 146
 García Flores, Julio, 236
 García Gallegos, Jesús Hazael, 46
 García García, Ana María Del Socorro, 16
 García García, Diana Cecilia, 186
 García García, Leonardo Enrique, 69
 García Garduño, Olivia Amanda, 394
 García González, José Andrés, 17
 García Guzmán, José Miguel, 190
 García Gómez, Ihaly Eréndira, 284
 García Hernández, Andrea, 312
 García Hernández, Luis Abraham, 219
 García Llamas, Raúl, 269
 García Lozada, Lisandro, 417
 García López, Melkisedec, 308
 García Macedo, Jorge, 137
 García Manzanárez, Esteban, 196, 278
 García Medina, Andrés, 11
 García Medina, Teodoro, 309
 García Melgarejo, Julio Cesar, 45, 177
 García Muñoz, Valeria, 314
 García Márquez, Marco Antonio, 174, 180, 419
 García Méndez, Manuel, 41, 178
 García Naumis, Gerardo, 109, 130, 310
 García Nuñez, Angel Fernando, 187
 García Ortega, Daniel, 138
 García Ortiz, César, 419
 García Pelagio, Karla Paola, 235, 395
 García Perciante, Ana Laura, 98

García Peña, Juan Francisco, 365
 García Pérez, Alejandro, 75, 81, 112
 García Pérez, Diana Lizeth, 339
 García Quintero, Cristhian José Angel, 103
 García Ramírez, Emma Vianey, 171, 259, 337, 339, 344, 417, 418, 425
 García Ramírez, Mario Alberto, 42, 203
 García Ravelo, Jesús, 96, 308
 García Santiago, María De Los Ángeles, 12
 García Segura, Guillermo, 193
 García Serra, Andy Emylin, 314
 García Tejada, Yunia Verónica, 96
 García Toral, Dolores, 152, 237, 319, 397
 García Torales, Guillermo, 38, 177
 García Torres, Alejandro, 165, 188, 283, 427
 García Torres, Francisco Ignacio, 197
 García Torres, Lizeth, 147
 García Vergara, Mauricio, 211, 293
 García Villarreal, Luis Angel, 13
 García Vázquez, Valentín, 42
 García Zaldívar, Osmany, 58
 García Zurita, Arturo, 129
 García-Ayala, J. E., 210
 García-Cervantes, Heraclio, 108, 135
 García-González, Leandro, 257
 García-Rodríguez, Francisco Javier, 108
 García-Tenorio, Rafael, 145
 Garduño Hernandez, Zuleyma, 407
 Garduño López, Manuel René De Jesús, 203
 Garnica Garzón, Yadir Alexander, 273
 Garnica Luna, Karla, 285
 Garrido García, Grisela, 164
 Garzon Fontecha, Angelica, 387
 Gastélum Acuña, Sandra Luz, 269
 Gaytán Villarreal, José Daniel, 184
 Gazol Patiño, Adriana, 197, 284
 Georgakarakos, Nikolaos, 111
 Girart, Josep Miquel, 78
 Godina Cubillo, María Guadalupe, 367
 Godínez Pacheco, Ana Karen, 173, 269
 Godínez Pastor, José Luis, 97
 Gomez Correa, Jesus Emmanuel, 172
 Gomez Espinoza, Guadalupe, 256
 Gomez Miller, Brissa, 76
 Gomez Miranda, Marisol, 268
 Gomez Navarro, Dante Virgilio, 320
 Gomez Zavala, Oscar Ivan, 246
 Gomez-Cardona, Nelson Dario, 50
 Gonzales Flores, Karen, 313
 Gonzalez Dominguez, María Alejandra, 29
 Gonzalez Gutierrez, Jorge, 315
 Gonzalez Leyva, Jacobo, 424
 Gonzalez Magaña, Olmo, 51
 Gonzalez Martinez, Francisco Javier, 188
 Gonzalez Perez, Mario, 251
 Gonzalez Rosas, Fernando, 156, 266, 368
 Gonzalez Trinidad, Julian, 120
 Gonzalez Zamora, Leticia, 204
 Gonzalez-Valencia, Esteban, 420
 González, M. Magdalena, 279
 González, Ricardo F., 79
 González Andrade, Adán, 324
 González Avilés, José Juan, 14
 González Badillo, Germánico, 170
 González Barbosa, José Joel, 275
 González Barrón, Sergio, 277, 282
 González Baños, Diego, 221
 González Canales, Félix Francisco, 272, 348, 427
 González Carbajal, José Isaac, 66
 González Cervera, José Antonio, 401
 González Contreras, Circe Guadalupe, 293
 González Contreras, Francisco Javier, 249, 336
 González Contreras, Gabriel, 30, 31, 249, 336
 González Cortés, Israel, 382
 González Cruz, Rodrigo Adrián, 181
 González Domínguez, Azaneth, 146
 González Escobedo, Alonso, 321
 González Esparza, Juan Américo, 14
 González Espinoza, Jesús Antonio, 187
 González García, Federico, 58, 268
 González García, Jorge, 343, 344
 González Garduño, Francisco Javier, 196
 González González, Jesús, 71
 González Gutiérrez, Jorge, 122
 González Guzmán, Ángel Daniel, 165
 González Hernández, Emma, 62
 González Ivey, Ottmar, 154
 González Magaña, Olmo, 142
 González Martín, Omaira, 114
 González Martínez, Francisco Javier, 188
 González Martínez, Jennifer Vianey, 74
 González Martínez, Miguel De Jesús, 404
 González Melchor, Minerva, 42, 97
 González Morales, Blanca Angélica, 155
 González Moreales, Alma Xóchitl, 356
 González Méndez, Luis Xavier, 25, 273
 González Navarrete, Ángel, 294, 373
 González Ponce, Diana Alejandra, 232
 González Rangel, Laura Jazmín, 86
 González Reyes, Rebeca, 216
 González Reynoso, Orfil, 42, 203
 González Ronquillo, Ana Lilia, 42
 González Roque, Abraham Antonio, 50, 417
 González Santana, Aldo Yael, 123
 González Solís, José Luis, 31
 González Sánchez, Alejandro, 62, 110
 González Sánchez, Luis Enrique, 45
 González Sánchez, María Magdalena, 24, 70, 193, 195–197, 199, 360
 González Uribe, Luis Antonio, 122
 González Utrera, Dulce, 39, 267, 338
 González Velasco, Jessica, 213
 González Y Hernández, Plutarco Alejandro Constantino, 93

González-Magaña, Olmo, 9
 González-Martín, Omaira, 70
 González-Morán, Ana Luisa, 65
 González Solís, José Luis, 149
 Gordillo Lázaro, Samuel, 226
 Gordillo Rivas, Karla Yolanda, 96
 Gottdiener Gutmann, Luis, 156
 Gracia Lopez, Abel, 189
 Gracia Pinilla, Miguel Ángel, 41
 Gracia Y Jiménez, Justo Miguel, 334
 Grajales Coutiño, Rubén, 169, 176, 264, 414, 426
 Granados Agustín, Fermín Salomón, 178, 263, 340, 368, 414
 Granados García, Víctor David, 319, 387
 Graniel García, Beatriz Eugenia, 164
 Granillo Luna, Eduardo, 120
 Gregorio Lozada, Brian, 138
 Grether González, Marcela Dolores, 57, 219
 Grosse Martínez, Klaus Peter, 94
 Guadarrama Acosta, Patricia, 146
 Guadarrama Huerta, Paola Jazmin, 315
 Guarneros López, Ahmed, 296
 Guarín Durán, César Augusto, 40, 56, 92, 225, 333
 Gudiño Yáñez, Miriam Eugenia, 280
 Guerra Contreras, José Antonio, 48
 Guerra-Vega, A. H., 264
 Guerrero Alfaro, Christopher Abrek, 188
 Guerrero Almanza, Amalia, 130
 Guerrero Enriquez, Fernando, 112
 Guerrero Espinoza, Miguel Ángel, 290
 Guerrero Osuna, Hector Alonso, 411
 Guerrero Peña, Carlos Alberto, 115
 Guerrero Sanchez, Jonathan, 40, 254, 333
 Guerrero Serrano, Azdrubal Lobo, 136, 217, 256, 300, 353, 376, 381
 Guerrero Sánchez, Jonathan, 109, 166, 410
 Guerrero Tapia, Alfonso Eleazar, 142, 387
 Guerrero Tovar, Federico Javier, 308
 Guerrero Villegas, Carlos Alexis, 239
 Guevara Macías, Liliana Estela, 35
 Guevara Pillaca, Cesar, 146, 288, 365
 Guichard Romero, José, 127, 192
 Guillen Bonilla, Alex, 424
 Guillen Bonilla, Héctor, 424
 Guillen Bonilla, José Trinidad, 424
 Guillén Tavera, Jorge Eduardo, 278
 Guirado López, Ricardo Alberto, 4
 Gurevich, Yuri G., 60
 Guryev, Igor, 382
 Gutierrez, Amanda A., 334
 Gutierrez, Josué, 168
 Gutierrez Martinez, Luis Lorenzo, 391
 Gutierrez Rodriguez, Alejandro, 17
 Gutierrez Ruiz, Francisco Eliu, 372
 Gutiérrez Arias, Moisés, 367
 Gutiérrez Cejudo, Eliezer, 212
 Gutiérrez Guerrero, Laura Xiomara, 20
 Gutiérrez Juárez, Gerardo, 354, 423
 Gutiérrez Jáuregui, Ricardo, 386
 Gutiérrez Luna, Lucía Eréndira, 295
 Gutiérrez Martínez, Bryan De Jesús, 323
 Gutiérrez Niño, Willian, 139, 384
 Gutiérrez Rodríguez, Alejandro, 349, 428
 Gutiérrez Rodríguez, Etna Lizbeth, 121
 Gutiérrez Rojo, Orlando, 201
 Gutiérrez Tapia, César, 8
 Gutiérrez Vega, Julio César, 244
 Gutiérrez Zalapa, Raúl, 152, 240, 364
 Guzman Altamiranos, Miguel Angel, 256
 Guzmán, Eric Jovani, 59
 Guzmán, Francisco S., 13, 107, 320, 399
 Guzmán Barraza, Arturo, 49, 173, 269
 Guzmán Moreno, Jesús, 334
 Guzmán Ortiz, Eric Jovani, 216
 Guzmán Ramos, Valentín, 326, 417
 Gálvan Espinoza, Héctor Alejandro, 317
 Gámez Marquez, Francisco De Asis, 392
 Gómez, Gilberto Carlos, 75, 118
 Gómez, José F., 80
 Gómez Aldama, Oscar Rubén, 209, 410
 Gómez Cid, José Antonio, 144
 Gómez Colin, María Del Rocío, 331
 Gómez Correa, Gilberto, 211, 293
 Gómez Correa, Jesús Emmanuel, 38, 39, 174, 339, 418
 Gómez De La Fuente, María Idalia, 340
 Gómez Díaz, Aarón, 142, 144
 Gómez Díaz, Alejandro, 116
 Gómez García, Eduardo, 89, 90
 Gómez García, José Francisco, 135
 Gómez Meneses, Luis Miguel, 337
 Gómez Montes, Bryan Daniel, 386
 Gómez Pérez, Joel, 169, 414
 Gómez Reyes, Gilberto Carlos, 77, 278, 357
 Gómez Ruíz, Arturo Iván, 68, 76
 Gómez Vargas, Isidro, 153
 Gómez Álvarez, Héctor Andrés, 382
 Gómez Ávila, Selim, 184, 272, 427
 Góngora Ramos, Andrés Alberto, 290
 González Vázquez, Julio Zuriel, 138, 218
 Haffoud, Paolo, 81
 Hardhienata, Hendradi, 177
 Haro Poniatowski, Emmanuel, 41, 56, 92, 225, 333
 Henríquez Tapias, Joshua Esteban, 134
 Heredia Barbero, Alejandro, 145, 228, 286, 309
 Heredia Castillo, Jorge, 161
 Hernandez Aburto, Itzarel, 282
 Hernandez Alvarez, Claudeth Clarissa, 433
 Hernandez Gonzalez, José Roberto, 323
 Hernandez Morales, José Manuel, 383
 Hernandez Ruiz, Maria De Los Angeles, 17
 Hernandez Sanchez, Ernesto, 235
 Hernandez-Ríos, Magdalena, 116
 Hernández Toledo, Héctor, 34

Hernández, Guadalupe, 208, 291
 Hernández, Jesús, 78, 282
 Hernández Aburto, Itzarel, 110, 277, 278
 Hernández Acosta, Erika Ofelia, 121, 204, 205, 242, 328
 Hernández Acosta, Jonathan Abel, 184
 Hernández Alarcón, Jesús Omar, 82, 84, 198, 277
 Hernández Arriaga, Marco Vinicio, 170
 Hernández Cadena, Sergio, 17, 360
 Hernández Carbajal, Ruth Eva, 267
 Hernández Carrillo, Eduardo, 82
 Hernández Cooper, Ernesto Manuel, 60, 109, 129
 Hernández Cordero, Juan, 44
 Hernández Cruz, Aldair, 192
 Hernández Cruz, Moisés Ebenezer, 317
 Hernández De La Rosa, Luis Fernando, 409
 Hernández Delgado, Marla Nayeli, 299
 Hernández Flores, Ricardo Martín, 292, 351
 Hernández Galeana, Albino, 92, 374, 428
 Hernández Galván, Luz Stephanie, 348
 Hernández García, Juan Carlos, 260, 264, 336, 346, 415, 416
 Hernández García, Stephanie Guadalupe, 336
 Hernández González, Edna Magdalena, 409
 Hernández González, Monserrat, 231
 Hernández Gordillo, Agileo, 31
 Hernández Gutiérrez, Carlos Alberto, 263
 Hernández Hernández, Arturo, 53
 Hernández Hernández, Eduardo, 33
 Hernández Hernández, Hector Hugo, 88
 Hernández Hernández, Ixchel, 86
 Hernández Hernández, Saúl Iván, 231, 391
 Hernández Hernández, Sol María, 319, 397
 Hernández Herrerías, José Carlos, 389
 Hernández Hipólito, Carlos Amós, 399
 Hernández Juárez, Diego Brayan, 356
 Hernández León, Rafael, 114
 Hernández López, Alfonso Enrique, 86
 Hernández López, Humberto Emiliano, 159
 Hernández López, Izbeth, 136, 219, 377, 379
 Hernández López, Javier Miguel, 148, 233, 394
 Hernández López, José Emilio, 376
 Hernández Martínez, Liliana, 213
 Hernández Martínez, Luis Joel, 402
 Hernández Marín, Sandra Tzitzlalli, 127
 Hernández Montero, Pamela, 86
 Hernández Morales, Laura Esthela, 26
 Hernández Morales, María Guadalupe, 125, 208, 291
 Hernández Méndez, Griselda, 16
 Hernández Olivares, Madelyn, 323
 Hernández Pedraza, Patricia Minerva, 199
 Hernández Peña, Lino Jesús, 412
 Hernández Pinero, Jorge Luis, 254
 Hernández Ponce, Angel Moisés, 275
 Hernández Pozos, José Luis, 41, 56, 92, 225, 333, 406
 Hernández Pérez, Jeshua Emmanuel, 45, 177
 Hernández Ramírez, Efrén, 235
 Hernández Rubio, Erika, 129
 Hernández Saucedo, Octavio Gael, 199
 Hernández Segura, Omar, 215, 296
 Hernández Silván, Gonzalo Benjamín, 216
 Hernández Sánchez, Jaime, 272
 Hernández Tecorralco, Juan, 37, 54, 221, 299, 379
 Hernández Toledo, Héctor, 72
 Hernández Torres, Roberto Carlos, 110, 220
 Hernández Uresti, Diana Berenice, 165
 Hernández Valdivia, Saulo, 48
 Hernández Valencia, Benjamín, 115
 Hernández Vásquez, César, 129
 Hernández-Gómez, J. J., 210, 214
 Hernández-Martínez, Liliana, 196
 Herrejón Calderón, Casandra, 379, 420, 432
 Herrera Avila, Pedro Emilio, 391
 Herrera Endoqui, Martín, 362
 Herrera García, Andrea Scarlett, 331
 Herrera González, Ana María, 431
 Herrera González, José Alfredo, 26, 235
 Herrera Hernández, Carolina, 298
 Herrera Ramírez, Jorge Alexis, 337
 Herrera Romero, Ricardo, 243
 Herrera Saldívar, Manuel, 57
 Herrera Sandoval, Ricardo, 122
 Herrera Velázquez, José Julio Emilio, 143, 144
 Herrera Vázquez, Joel, 327
 Herrera Zarate, Israel Isai, 429
 Hidalgo Tobón, Silvia, 23, 150, 151, 204, 236, 316
 Higuera, Jesus, 200
 Higuera Chan, Carmen Geraldí, 148, 393
 Hinojosa Hierro, León René, 266
 Hinojosa Nava, Roberto, 406
 Hinojosa Rivera, Moisés, 40, 61, 109
 Hinojosa Ruiz, Sinuhe Lizandro, 431
 Hinojosa Ventura, Gabriela, 203
 Hip, Ivan, 20
 Hirsch Ganievich, Jorge Gustavo, 28, 159, 160, 325, 404
 Hoyos Campo, Lina, 292
 Hoyos García, Ana Mariel, 26
 Huaman Molina, Daniel, 145
 Huamani Tapia, Yemby Yahaida, 53, 223
 Huepa Cortés, Hugo, 278
 Huerta Arcos, Lázaro, 305
 Huerta Carranza, Oliver, 39
 Huerta García, Josefina, 145
 Huerta Hernández, Adrián Arturo, 16, 34, 211, 288, 373
 Huerta Salas, Jennifer, 272
 Huet Soto, Adolfo, 347
 Hueyotl Zahuantitla, Filiberto, 355, 366, 430
 Huipe Domratcheva, Elizandro, 119
 Huipe Domratcheva, Ernesto, 59
 Hurtado Ramos, Juan Bautista, 275
 Ibarra Castor, Félix, 242
 Ibarra Escamilla, Baldemar, 170, 173
 Ibarra García, Alexia Sofía, 362
 Ibarra Granillo, Manuel, 272

- Ibarra Luna, David, 340
 Ibarra Medel, Héctor Javier, 65, 72, 195, 281, 359
 Ibarra Morales, Alejandra, 124
 Ibarra Sierra, Víctor Guadalupe, 256, 412
 Ibarra Torres, Juan Carlos, 265, 343, 422
 Ibarra-Escamilla, Baldemar, 49, 416
 Ibarra-Garrido, Adalid, 49
 Iglesias Ojeda, Abril Damaris, 235
 Iglesias Resendiz, Ana María, 144
 Ignacio De La Cruz, Juan Luis, 257
 Imai, Hiroshi, 80
 Inda Esparza, Luis De Jesús, 202
 Ipiña Hernández, Adriana, 287
 Isaac Olivé, Keila, 316
 Islas, José Pablo, 413
 Itan-Dehui Sanchez, Gala, 395
 Iturbe Castillo, Marcelo David, 38
 Iturrarán, Ursula, 19
 Iturrios, Isabel, 382
 Itzá Ortiz, Benjamín Alfonso, 272, 314, 392
 Izazaga Pérez, Rafael, 116, 338
 Izquierdo Guzmán, Itzayana, 13
 Iñiguez Palomares, Ramon Alfonso, 330
- Jacobo Mora, Daniela Shealsey, 387
 Jaimes Nájera, Alfonso, 38, 39, 174, 418
 Jaimes Torres, Cesar Miguel, 128, 211, 293
 Jandette Fuentes, Oliver Franco, 57
 Jaramillo Gutiérrez, Jaime, 392
 Jaramillo Nuñez, Alberto, 170
 Jaramillo Pérez, Víctor Manuel, 294
 Jaramillo Ruiz, Rodolfo Armando, 290
 Jauregui Vázquez, Daniel, 258, 260, 262, 264, 416
 Jave Suárez, Luis Felipe, 149
 Javier Valdez, Carlos Raul, 88
 Jenaro Ballesteros, Nancy, 195
 Jimenez Salazar, Arturo Daniel, 15
 Jimenez Schulz, Leslie Mariana, 259
 Jimenez Trejo, Gerardo, 261
 Jiménez Acosta, José Alejandro, 23, 315, 396
 Jiménez Andrade, Eric Faustino, 74
 Jiménez Aquino, José Inés, 98, 312
 Jiménez Bailón, Elena, 280
 Jiménez Caballero, Enrique, 389
 Jiménez Cabral, Karim Paola, 211
 Jiménez Domínguez, Emigdio, 20, 183, 185, 429
 Jiménez Díaz, Arely Guadalupe, 431
 Jiménez García, Karina, 89
 Jiménez González, María De Jesús, 373
 Jiménez Hernández, Jerónimo, 415
 Jiménez Hernández, Palmira, 80
 Jiménez Lara, Lidia, 8
 Jiménez Mancilla, Nallely Patricia, 316
 Jiménez Mier Y. Terán, José Ignacio, 89, 90, 140, 292
 Jiménez Rodríguez, Maricela, 424
 Jiménez Sánchez, Ricardo, 301
 Jiménez-García, Karina, 90
- Joaquin Altamirano, Jose Carlos, 371
 Johansson, Andreas, 93
 Joly, Nicolas, 5
 Juarez Reyes, Antonio Marcelo, 51, 122
 Juarez Varela, Mirna Patricia, 122, 249
 Juarez Villegas, Luis Arturo, 403
 Julián Nader, Daniel, 56, 225, 243, 323, 386
 Jurado Parámo, Alejandro, 415
 Juárez, Antonio Marcelo, 9
 Juárez Aguilar, Irving Gustavo, 92, 230, 390
 Juárez Flores, Daniel, 230
 Juárez Flores, Pains Miguel, 8, 394
 Juárez García, Stephanie Carolina, 394
 Juárez Jiménez, Javier, 400
 Juárez Loyola, José Antonio, 314, 392
 Juárez Marín, Eilitia, 112
 Juárez Morales, Luis Ángel, 308
 Juárez Moya, Juliana, 121, 204, 328
 Juárez Ríos, Higinio, 160, 190
 Jáquez Domínguez, Jesús Miguel, 79
 Jáuregui Reanud, Rocío, 245, 324, 386
 Jáuregui Vásquez, Daniel, 346
- Kahenga Lubuku, James Papy, 175
 Kardasch Nava, Ilse Aimee, 235
 Karla Josefina, Santacruz Gómez, 162
 kata, René, 114, 360
 Kemper, Franciska, 118
 Kharissova, Oxana Vasilievna, 165, 340
 Khomenko, Anatoly, 181
 Kirichenko, Aida, 82
 Klapp Escribano, Jaime, 3
 Kline, David, 354
 Kolosovas Machuca, Eleazar Samuel, 147, 206
 Koltenuik Mares, Miguel, 288, 374
 Korneev, Nikolai, 346
 Kozhiparambil Chandran, Sanal, 41
 Krishnan, Bindu, 41
 Krongold Herrera, Yair, 118, 193, 283
 Krumpe, Mirko, 362
 Kumar Bogireddy, Naveen, 332, 412
 Kumar Gadi, Suresh, 172
 Kumari, Meenu, 243
 Kurtz, K., 76
 Kurtz, Stanley Eugene, 74
- Labastida Ortiz, Carla Neiré, 346
 Labrada Islas, Yaheni Alejandra, 370
 Laguna Galindo, Humberto, 96
 Lamas Martínez, Karla Johana, 134
 Lamprea Garzón, Jorge Mario, 21
 Lara Bustillos, Diego Alberto, 141, 227
 Lara Díaz Infante, Armando José, 118
 Lara Hernandez, Melanie Michelle, 109
 Lara López, Maritza, 284
 Lara Martínez, Héctor Ulises, 388
 Lara Sánchez, Alejandro, 14, 25, 285, 362
 Larralde Ridaura, Hernán, 94

Lashkevych, Igor, 60
 Lastras Martínez, Alfonso, 35
 Lastras Martínez, Luis Felipe, 35
 Lauterio Cruz, Jesús Pablo, 335
 Lauzin, Clément, 81
 Lazcano Ortíz, Zorayda, 101, 263, 382, 383
 Lazzati, Davide, 69
 Leal Acevedo, Benjamín, 309
 Leal Reyes, Nadia Mariana, 161
 Ledesma-Motolinía, Mónica, 99
 Lee, William, 69, 355
 Lefloch, Bertrand, 363
 Leija Flores, Isaac Benjamín, 427
 Leija Gutiérrez, Héctor Manuel, 165, 424
 Lemus Basilio, Paola, 400
 Lemus Saldivar, Juan Pablo, 139
 Lemus Solorio, Martha Angelica, 350
 Lerma, Sergio, 29
 Lerma Hernández, Sergio Adrián, 28, 159, 243, 323, 325
 Leshchenko, Vyacheslav, 306
 Levin Schara, Andrea Nurit, 231
 Leyva Ramírez, Marco, 135
 Leyvraz, Francois, 402
 Leyvraz Waltz, François Alain, 94
 León, María Guadalupe, 383
 León Arenal, Sebastian, 305
 León Espinoza, Edgar Alejandro, 103
 León Flores, Jesús Alberto, 207, 380
 León Garcilazo, Brian, 277
 León García, Amairani, 80
 León Gil, Gaspar, 220
 León Gómez, Aldo Javier, 163
 León Marroquín, Elsa Yazmín, 394
 León Monzón, Ildefonso, 21
 León Soto, Gerardo, 202
 León Vargas, Hermes, 349, 429
 Licea Rodríguez, Jacob, 44
 Limón Salazar, Maximiliano, 177
 Linares Cedeño, Francisco Xavier, 107
 Linares Romero, Román, 243, 397
 Linnemann, James Thomas, 24
 Lira Peralta, Mariana, 106
 Liza Neciosup, Rafael, 228
 Lizano Soberón, Estela Susana, 74, 78
 Lizarraga Brito, Jorge Alfonso, 89
 Llamas Castro, Carlos Antonio, 226
 Llanas García, Andrea Hetzel, 252
 Llarena Bravo, Topacio, 169
 Loaiza Brito, Oscar, 103, 398
 Lobo Guerrero, Azdrubal, 46, 364
 Loera Casas, Jesús Eduardo, 307
 Loera González, Pablo Armando, 363
 Loera Grande, Jorge Antonio, 174
 Loinard, Laurent Raymond, 74, 76, 114, 194
 Lomeli Ponce, Geraldine, 191
 Lomelí Núñez, Luis Fernando, 71
 Longinotti, Anna Lia, 118, 193, 280, 283, 358
 Lopera-Obando, Mariana, 420
 Lopez, Jorge, 1
 Lopez Badillo, Claudia Magdalena, 32
 Lopez Cortes, Daniel, 425
 Lopez Cruz, Omar, 65
 Lopez Dominguez, Julio Cesar, 431
 Lopez Herrera, Maria Elena, 288
 Lopez Picon, Jose Luis, 318
 Lopez Rendon, Roberto, 149
 Lopez Velazquez, Gustavo, 89
 Lora Castellanos, Veónica, 66
 Loredó Ramírez, Samantha Ana Cristina, 238
 Loya Chitika, Iván Homero, 121
 Lozano Arellanes, Kennia, 314, 392
 Lozano Cota, Luis Manuel, 209
 Lozano Crisóstomo, Néstor, 45, 172, 177, 418
 Lozano López, Juan Jesús, 390
 Lozano Rodríguez, Flor De María, 399
 Lucio Martínez, José Luis, 160
 Lugo Aranda, Alejandra Zaavik, 361
 Lugo Jiménez, Jorge, 342
 Lugo Porras, Fabiola Viridiana, 429
 Luna Aguilar, Esteban Antolín, 327
 Luna Alvarez, Fernando, 334
 Luna Castellanos, Abraham, 75, 81, 111, 112, 192, 209
 Luna Gutiérrez, Juan Antonio, 260
 Luna Hernández, Edgar Luis, 130
 Luna Martínez, Juan Francisco, 40
 Luna Mendoza, Victor Manuel, 274
 Luna Ramos, Salma Cristina, 350
 Luna Villegas, Ricardo Alexis, 136, 219, 379
 Luviano Soto, Itzel, 170, 258, 337
 Lárraga Ramírez, María Elena, 366
 López Aranda, José Antonio, 380
 López Arellano, Carlos Manuel, 310, 336
 López Bruna, Daniel, 388
 López Bueno, Guadalupe, 223
 López Castillo, Josué Gerardo, 357
 López Chacón, Jennifer, 212, 294
 López Contreras, Edgar, 21
 López Cortez, Valentín, 116
 López Cortés, Daniel, 346, 422, 426
 López Cruz, José Elías, 309
 López Cruz, Omar, 74, 110, 281, 284
 López Cámara Ramírez, Diego, 69
 López Cárdenas, Karen Giselle, 287
 López Domínguez, Julio César, 153, 194, 237, 239, 242, 320, 321, 398
 López Durán, Luis Alberto, 338
 López Díaz, Amahury Jafet, 351
 López Estopier, Rosa Elvia, 170
 López García, Jeanett, 11, 295, 389
 López Gregorio, Octavio, 332
 López Guadalupe, Víctor Manuel, 27
 López Gutiérrez, Bihari Nathanael, 300
 López Hernández, Leonardo, 141, 227
 López Herrera, Aura, 207

- López Jacinto, Dai, 90
López Lima, Eduardo, 159
López Lozano, Lao Tsé, 184, 427
López Luke, Tzarara, 46, 255
López Luna, Edgar, 223
López López, Arquímedes, 388
López López, Máximo, 105
López Medina, Mario Enrique, 135, 219, 379
López Miranda, Isidoro, 266, 332, 372
López Monsalvo, César Simón, 53, 103, 132
López Moreno, Enrique, 57, 409
López Muñoz, Dáriel Yáred, 374
López Muñoz, Sergio Jovany, 221
López Ortega, Alfredo, 154, 399
López Pacheco, Germán, 58
López Padilla, Giovanni Gamaliel, 287
López Paleta, Natalia, 276
López Patiño, Juan, 228
López Picón, José Luis, 95, 353
López Pineda, Eduardo, 27
López Pozos, María Isabel, 155
López Pérez, Francisco Antonio, 336
López Ramos, Altai, 356
López Raymundo, Brayan Rafael, 343
López Rayón, Fernando, 44
López Romero, Rodolfo Ezequiel, 129
López Sandoval, Román, 30, 163, 407
López Sosa, Luis Bernardo, 275
López Suárez, Alejandra, 249
López Suárez, Luis Alberto, 107, 319, 397
López Sánchez, Jessica Nayely, 198, 283
López Sánchez, Joel David, 247
López Toxqui, María Lyzeth, 148
López Trujillo, Laura Leticia, 426
López Téllez, Carlos Alfredo, 352
López Valdivia, Ricardo, 82, 84
López Zavala, Miguel Ángel, 382
López-Cruz, José Elías, 296
López-Cruz, Omar, 201, 286, 359, 363
López-Islas, Anayelly, 228
López-Pineda, Eduardo, 233, 234, 314, 393
López-Puertas, Manuel, 81
López-Romero, José Mauricio, 90
López-Zenteno, Julian Isaac, 171
Löfgren, Sebastian Kilde, 93
- Maca García, Samuel, 87
Macías González, Pablo, 370
Madera Santana, Tomas Jesus, 164
Madrid Rodarte, Stephanie Citlali, 168
Madrigal Butrón, Luis Antonio, 291
Madrigal Melchor, Jesús, 53, 54, 102, 218, 220, 223, 276, 321, 377
Madrigal Solís, Erick Alejandro, 310
Madriz Aguilar, José Edgar, 401
Magadán Cuatlayol, Alexia Kalín, 381
Magaña Ibañez, Jesus Fernando, 112, 115
- Magaña Solís, Luis Fernando, 225, 258, 298
Magaña Zavala, Carlos Raúl, 249
Magaña-Loaiza, Omar S., 28
Maldonado Ahumada, Cesar Octavio, 11
Maldonado Arce, Amir Darío, 93, 187, 206, 290
Maldonado Camacho, José Jorge, 260
Maldonado Gonzalez, Cynthia, 155
Maldonado Oclica, Adrián Jesús, 12
Maldonado Villamizar, Felix Humberto, 158
Mancilla Xinto, Nestor Raul, 63
Mandujano García, Cruz Daniel, 145
Mandujano Sánchez, Francisco Javier, 205, 406
Mani Cano, Oscar Eduardo, 208
Manjarrez Mendoza, Javier, 258
Manjarrez Montañez, Bryan, 61, 219
Manríquez Zavala, Patricia, 266
Mansurova, Svetlana, 346
Manzanares Martinez, Betsabe, 60, 378
Manzanares Martínez, Jesús, 60, 218, 378
Manzo Martínez, Ezequiel, 78
Marcos Viquez, Alma Lorena, 304
Marina Vázquez, Laura Paulina, 425
Marinelli, Antonio, 284
Marquez Aguilar, Pedro Antonio, 202, 286
Marquez Ramírez, Samuel, 223
Marquina Fábrega, María Luisa, 133, 305, 380
Marroquin, Aldo, 272
Marroquín Mejía, Jhordan, 430
Marshall, Jonathan, 118
Martell Puente, Herbert, 411
Martinell Benito, Julio Javier, 10, 388
Martínez Fuentes, Marco Antonio, 387
Martínez García, Alonso, 186
Martínez Guerra, Edgar, 40, 330
Martínez Gutierrez, Gabriel, 333
Martínez Huerta, Juan Manuel, 364
Martínez Orozco, Juan Carlos, 298, 429
Martínez Ortega, Alberto Clemente, 298
Martínez Tapia, Felipe De Jesús, 183
Martínez-Ríos, Alejandro, 171
Martínez Angeles, Wendy Liliana, 42
Martínez Antonio, Agustino, 287
Martínez Blanco, Ma. Del Rosario, 36
Martínez Borrayo, Mónica, 157
Martínez Bravo, Óscar Mario, 118, 185, 198, 283
Martínez Castro, Jesús, 142
Martínez Castro, Jesús Alberto, 153
Martínez Dávalos, Arnulfo, 22, 24, 233, 314, 394
Martínez Enríquez, Arturo Isaías, 136
Martínez Escobar, E. Y., 220
Martínez Espinosa, Rodolfo, 35
Martínez Franco, Kevin, 257, 415
Martínez García, Guadalupe Joselin, 185, 429
Martínez García, Josué, 182
Martínez García, Sara Neftalí, 219, 222, 303
Martínez González, José Adrián, 123, 147, 206, 252, 328, 367

Martínez González, Lourdes Elisa, 119
 Martínez Guerra, Edgar, 174
 Martínez Guerrero, Miguel Cuauhtli, 128, 130, 211–213, 293, 372
 Martínez Guevara, Manuel, 153
 Martínez Hernández, Ana Laura, 164
 Martínez Hernández, Mario Iván, 233
 Martínez Hernández, Tania Beatriz, 270
 Martínez Huerta, Humberto, 87
 Martínez Huerta, Juan Manuel, 46
 Martínez Irivas, Beatriz Adriana, 248
 Martínez Juárez, Jose Manuel, 176
 Martínez López, María De Jesús, 313
 Martínez López, Nancy Abril, 287
 Martínez Mantilla, Carlos, 329
 Martínez Mata, José Abisaid, 246
 Martínez Mekler, Gustavo, 8
 Martínez Mendoza, Angel Fernando, 247
 Martínez Mendoza, José Refugio, 381
 Martínez Molina, Dalila, 209, 371
 Martínez Montejano, Roberto Carlos, 170
 Martínez Navarro, Luis Enrique, 86
 Martínez Ocampo, Jesús Jonathan, 416
 Martínez Orozco, Juan Carlos, 30, 35, 36, 48, 58, 106, 133–135, 139, 216, 302, 335, 384, 411
 Martínez Piñero, Esmeralda Lizet, 48, 129, 295
 Martínez Pérez, José Armando, 97
 Martínez Rosales, J. Merced, 48
 Martínez Saldaña, Fernanda, 278
 Martínez Valencia, Horacio, 142, 144, 387
 Martínez Velázquez, Naikary Paloma, 329
 Martínez Vieyra, Kevin Ulises, 127, 192
 Martínez Vázquez, Luis Artemio, 34
 Martínez Vélez, David, 58
 Martínez Zérega, Brenda Esmeralda, 31, 149
 Martínez-Borquez, Alejandro, 232, 312
 Martínez-Huerta, Humberto, 192
 Martínez-Y-Romero, R.P., 227
 Marziani, Paola, 115, 285
 Marzoug, Rachid, 229
 Masqué Saumell, Josep Maria, 76, 282
 Massillon-Jl, Guerda, 315
 Mastache De Los Santos, Jorge, 64
 Mastranzo Ortega, Pamela, 423
 Mata Burciaga, Hecker Naim, 383
 Mata Castillo, Joaquín, 429
 Mata Chávez, Ruth Ivonne, 269
 Matamoros Hernández, Anahi, 259
 Mathur, Smita, 118
 Matlalcuatzi Zamora, Viridiana, 321
 Matos Chassin, Tonatiuh, 66, 98, 104
 Mauricio López, José, 89
 Maya Mendieta, Mario Alberto, 124, 227
 Mayorga Peña, Damián Kaloni, 240
 Maytorena Córdova, Jesús Alberto, 108, 256
 Mayya, Yalia Divakara, 71, 361
 Mbagu, Ayubu Hassan, 235
 Mccarthy, Tiegé, 80
 Medel Cobaxin, Héctor, 147, 288
 Medellín Hurtado, Alexa E., 72
 Medellín González, Stefany Guadalupe, 356
 Medina, Dora, 168, 256
 Medina, S., 76
 Medina Cázares, Orlando Miguel, 423
 Medina Dozal, Luis Alberto, 244
 Medina Leal, Carlos Alí, 359
 Medina León, Miguel Ernesto, 148, 312, 393
 Medina Magallón, José Eduardo, 175
 Medina Moreno, Sebastian, 130
 Medina Rangel, Salvador Abraham, 75
 Medina Rodríguez, Ana Lucia, 358
 Medina Rodríguez, Luisa Regina, 128
 Medina Velazquez, Dulce Yolotzin, 132
 Medina Velázquez, Luis Alberto, 235
 Medrano Albarrán, Andrés Eduardo, 126
 Medrano García, Karina, 349
 Megchum Ruedas, Carlos Alberto, 176, 287
 Mejía, Ukari, 31
 Mejía Narváez, Alfredo, 73, 200
 Mejía Navarro, Jesús Iván, 97, 372
 Mejía Pérez, Gerardo Alberto, 229
 Mejía Rosales, Sergio Javier, 60
 Mejía-Narváez, Alfredo, 73
 Melara Durón, Sheryl Maritza, 17, 21
 Melara Sereno, Aziel Ibar, 294, 373
 Melchor Tiro, Roxana Montserrat, 112
 Melchor Varela, Javier Alejandro, 432
 Mellado Villaseñor, Eduardo, 420
 Melnick, Jorge, 65
 Melnikov, Alexander, 388
 Meléndez Acevedo, Sara Lourdes, 367
 Meléndez Lira, Miguel, 53
 Meléndez-López, Adriana, 145, 228, 309
 Mena Barboza, Eri Atahualpa, 237, 318
 Menchaca Arredondo, Jorge Luis, 34
 Menchaca Rocha, Arturo Alejandro, 429
 Mendez Alonso, Fernando, 185
 Mendez Gonzalez, Maria Magdalena, 179, 267
 Mendez Otero, Marcela Maribel, 259, 402
 Mendivil Palma, Maria Isabel, 250
 Mendoza Alba, Diego Abraham, 199
 Mendoza Alvarez, Ernesto Alejandro, 141
 Mendoza Aquino, Emilio De Jesús, 194
 Mendoza Barrera, Claudia Olivia, 56, 252, 253, 289, 409, 413
 Mendoza Luna, Luis Guillermo, 40, 56, 92, 225, 333
 Mendoza López, Luis Alberto, 324, 386
 Mendoza Meza, Luis Bryan, 127
 Mendoza Méndez, Patricia, 230, 390
 Mendoza Rojas, Julio César, 240, 372
 Mendoza Ruiz, Carlos Ignacio, 252
 Mendoza Tavera, Angelina Nohemi, 230
 Mendoza Téllez, Sebastián, 146, 229
 Mendoza Vázquez, Sergio, 346, 414, 422, 425, 426

Mendoza Álvarez, María Eugenia, 58, 105
Mendivil Reynoso, Temístocles, 374
Meneses Fabián, Cruz, 172, 338
Meraz-Melo, Marco Antonio, 410
Merino Negrete, Nazul Bonfilio, 11
Meza Espinoza, Luis Octavio, 263, 383
Meza Gordillo, Rocío, 169
Meza Montes, Lilia, 53
Meza Rodríguez, Marco Antonio, 336
Michimani García, Jonatan, 192
Michua Camarillo, Antonio, 122, 161, 367
Millán Malo, Beatriz Marcela, 131, 375, 391
Miniya, Mohammed, 297
Miqueo, Rodrigo, 186
Miralrio, Alan, 168, 256, 413
Miralrio Pineda, Alan Joel, 166, 332
Miramontes Valenzuela, Christopher Jair, 401
Miranda, Luis Felipe, 113
Miranda Durán, Álvaro, 102, 136, 137, 218, 222, 224, 251, 301, 303, 304, 378
Miranda Martín Del Campo, Javier, 86, 364
Miranda Palacios, Luis Felipe, 277
Miranda Pérez, Argelia Fabiola, 377
Miranda Romagnoli, Pedro Amado, 348, 426
Mirazo Solórzano, Sergio Misael, 156, 266, 368
Mireles Higuera, Francisco, 91, 109, 326, 405
Mirón Monterrosas, Misael, 89
Mischke, Richard, 18
Mitre Hernández, Alejandra, 291
Mitsoura, Eleni, 26
Mixteco Sánchez, Juan Carlos, 163
Miyaji, Takamitsu, 362
Moctezuma Martiñón, Rosario Esperanza, 310
Modesto Campa, Laura Aline, 375
Mohamed Noriega, Nasser, 40
Mojarro Ramírez, Miguel Abraham, 108
Mojica Casique, Cristian Adan, 419
Mojica Molina, Hebert Rodrigo, 35
Molgado Ramos, Alberto, 321
Molina Brito, Bertha, 167
Molina Sevilla, Paola, 146, 229
Molina Valdovinos, Sergio, 134, 215, 297, 301, 380
Molinar T, Martin Eduardo, 209, 410
Molino Minero Re, Erik, 280
Moncada Gutiérrez, Fernando Gonzalo, 22
Mondragon Alvarez, Jose Maria, 237
Mondragón Ceballos, Myriam, 62
Monrroy López, Ulises, 136
Monsalvo Sánchez, Fernando, 154
Monsivais, Guillermo, 101
Montano González, Gerardo Alejandro, 165, 300, 340
Montaña, Alfredo, 64, 68
Montaña Barbano, Alfredo, 68, 194, 282
Montejano Carrizales, Juan Martín, 255
Montenegro Orenday, José Alejandro, 260, 346, 417
Monterde Andrade, Fernando, 273
Montero Rangel, Adrian, 379
Montes De Oca Yemha, José Halim, 16, 21, 192
Montes Flores, Manuel Alejandro, 38
Montes Ramírez, Eduardo, 246
Montiel Flores, Fidel Alejandro, 136, 219, 379
Montiel Hernández, Andrea, 426
Montiel Palacios, Esteban, 142
Montiel Pérez, Andrea, 103
Montoya García, Ángel Ramón, 304
Montoya López, Alexa Judith, 270
Montoya Molina, Fidel, 88
Montoya Zarate, Jorge, 211
Montoya-Cardona, Jorge, 341
Montoya-Villada, Sebastian, 190, 405
Monzón Hernández, David, 344, 425
Mora Garzón, Luis Carlos, 235
Mora Hernández, José Gerardo, 388
Mora Ley, César Eduardo, 93
Mora Leyva, Alexis Noe, 188
Mora Ortiz, Luis Edgar, 137
Mora Ramos, Miguel Eduardo, 216, 298
Morales, Francisco, 135
Morales, Jesús, 386
Morales Alcudia, Nathalia Gabriela, 131
Morales Aramburo, Álvaro Luis, 134, 216, 298
Morales Bárcenas, José Héctor, 26
Morales Flores, Yazael Rafael, 328
Morales Gutiérrez, Sebastián Camilo, 116
Morales Guzmán, Viani Suhail, 160
Morales Luna, Gesuri, 45
Morales Morales, Juan Gabriel, 47
Morales Nava, Rosmarbel, 304
Morales Olivares, Oscar Gustavo, 25
Morales Rodriguez, Hector Daniel, 352
Morales Salazar, Edgar Yahir, 165
Morales Soto, Jorge Antonio, 25
Morales Sánchez, José Elpidio, 208, 226
Morales Sánchez, Marco Antonio, 381, 408
Morales Toledo, Oscar Eduardo, 12
Morales Trejo, María Guadalupe, 347
Morales Técotl, Hugo Aurelio, 104
Morales Vergara, Pedro, 222
Morales Villamizar, Nancy Liliana, 384
Morales-Guerra, Juan, 190
Morales-Salgado, Vicente, 192
Moreira Galván, Pablo Enrique, 321
Moreno, Claudia, 69
Moreno, Iván, 173, 261
Moreno Acosta, Miguel Angel, 162, 248
Moreno Adame, Carlos, 247
Moreno Alcalá, Estefany Haideé, 398
Moreno Armeta, Maria Gudalupe, 410
Moreno Barbosa, Eduardo, 148, 233, 276, 352, 394
Moreno García, Harumi, 35
Moreno García, Juan Roberto, 249
Moreno Gonzalez, Claudia, 106
Moreno Guerrero, Kevin Jesús, 270
Moreno Hernández, Iván, 44, 50, 173, 261, 339, 418

- Moreno Luna, Juan Francisco, 229
 Moreno Moreno, Mario, 181
 Moreno Orea, Jairo Enrique, 334
 Moreno Ortega, Angélica, 201, 286
 Moreno Razo, José Antonio, 94, 231, 311, 353
 Moreno Rodríguez, José Albino, 250
 Moreno Sotelo, Uriel Agustin, 202, 286
 Moreno Sánchez, Ángel Andrés, 343
 Moreno Vargas, Alejandro, 212
 Morenos Barbosa, Eduardo, 149
 Morin Castillo, Monserrat, 367
 Morisset, Christophe, 73, 113
 Morones Ibarra, José Rubén, 307
 Morán Reyes, María José, 48, 335
 Mota Esteves, Roberto Daniel, 319, 387
 Mota Grajales, Rafael, 176, 263, 426
 Mota Hernández, Manuel De Jesús, 383
 Muciño Cruz, Damian, 125, 208, 291
 Muhl, Stephen, 387
 Mulia Rodríguez, Jorge, 418
 Munguía Córdova, Alejandro Miguel, 360
 Munguía Fernández, Juan Guillermo, 123, 147, 206, 328, 367
 Munguía Valadez, Jorge Amauri, 95
 Mumive Villa, Erick, 198, 283
 Murguía Ibarra, José Salomé, 241
 Murillo Torres, Luis Ignacio, 391
 Murnane, Margaret, 3
 Muro Chávez, Lorena, 110
 Murrieta Brígido, Lady María, 74
 Murrieta Cuevas, Edgar, 347
 Murrieta Rodríguez, Tirso, 24, 314, 394
 Muñoz Méndez, Fernando Raúl, 160
 Muñoz, Héctor, 306
 Muñoz Aguirre, Severino, 56, 162, 248, 252, 253, 264, 265, 276, 289, 326, 328, 406, 409, 414
 Muñoz Castrejón, Irving, 199, 398
 Muñoz González, Héctor, 132, 133, 377
 Muñoz Juárez, Itzel, 267
 Muñoz López, Javier, 170, 368
 Muñoz Martínez, Guadalupe, 27
 Muñoz Martínez, Nadia, 392
 Muñoz Moral, Erika, 316, 317
 Muñoz Nieto, Leonardo, 398
 Muñoz Salazar, Laura, 129, 374
 Málaga Iguñiz, Carlos, 205
 Márquez Aguilar, Pedro Antonio, 257, 415
 Méndez Fragoso, Ricardo, 51, 87, 89, 93, 122, 128
 Méndez García, Víctor Hugo, 36, 389
 Méndez González, María Magdalena, 179
 Méndez Martínez, Karla María, 36
 Méndez Méndez, Franklin J., 268
 Méndez Otero, Marcela Maribel, 171, 259, 339, 344, 417
 Méndez Otero, Maribel Marcela, 337
 Méndez Rodríguez, Alma Rosa, 34, 98
 Méndez Sánchez, Rafael Alberto, 61, 219, 222, 246, 303
 Mújica García, Raúl, 82, 127, 192
 Müller, Markus Franziskus, 8
 Naca Maldonado, Flavio Manuel, 335
 Nagel Vega, Erick, 116
 Najera Delgado, Verénisse, 236
 Najera López, Ma. De Lourdes, 7, 390
 Najera Solís, Miriam, 110
 Narayama Sosa, Akari, 303
 Natividad Zacarías, Julio César, 386
 Nava Bencheikh, Aida Hortensia, 113, 193
 Nava Huerta, Ana Ruth, 145
 Nava Lara, Rocio, 251
 Nava Maldonado, Flavio Manuel, 30, 36, 48, 135, 302
 Nava Moreno, Norma Araceli, 68
 Nava Velázquez, Aura, 221
 Navarro Chávez, Oracio, 54, 59, 215, 221
 Navarro Espino, Montserrat, 217
 Navarro Espinoza, Sofía Elena, 318, 396
 Navarro Jiménez, Silvana, 84
 Navarro Labastida, Leonardo Antonio, 109
 Navarro López, G. A., 218
 Navarro Martínez, Erandi Janel, 201
 Neendoor Mohan, Rohini, 250
 Negrete Peñaloza, Castalia Alenka, 116, 195, 285
 Negrete Serrato, Jose Salvador, 238
 Negrón Mendoza, Alicia, 145, 228, 286, 309, 388
 Neri Huerta, Fernando Enrique, 63
 Nettel Rueda, Francisco, 155
 Newton Bosch, Bertha Jania, 25
 Nicolás Carlock, José Roberto, 11
 Niembro Hernández, Tatiana, 12, 14, 285
 Nieto Castellanos, Jaime Fabián, 20
 Nieto Delgado, Cesar, 408
 Nieto Delgado, Pablo Guillermo, 208, 226, 408
 Nieto García, Juan Antonio, 103
 Nieto Perez, Martin, 9
 Noguez Ruíz, Brenda Fernanda, 314, 392
 Norida Jazmín, Ordóñez Toro, 194
 Noriega Papaqui, Roberto, 270, 272, 348, 392, 426
 Nuñez Lopez, Ramona, 363
 Nájera Valencia, Sebastián, 240, 321, 399
 Núñez González, José, 205, 329
 Núñez Pérez, Patricia, 362
 Núñez Salgado, Darío, 74
 Núñez Yépez, Hilda Noemí, 227, 324, 400
 Núñez Zúñiga, Darío, 106, 201, 284, 286, 294, 363
 Núñez Ávila, José Andrés, 375
 Obeso Jureidini, Juan Carlos, 384
 Obregón Díaz, Octavio José, 237
 Ocaña Garrido, José Luis, 232
 Oceguera Contreras, Edén, 31, 250
 Ochoa Blancas, Norberto José, 128
 Ochoa De La Cruz, Diego Osvaldo, 115
 Ochoa Lopez, Lorena Del Carmen, 234
 Ochoa Valiente, Raúl, 32, 74, 247, 327
 Ojeda Alarcón, Juan Carlos, 294, 373
 Ojeda Amador, Juan Alberto, 294, 373

Ojeda Galván, Hiram Joazet, 105
 Ojeda Guillén, Didier, 319, 403
 Ojeda López, Luis Miguel, 30
 Ojeda Martínez, Miguel, 31, 250
 Olguín Hernández, Lorenzo, 198
 Olguín Ruiz, Lorenzo, 113, 152, 277, 281, 363, 364
 Olguín Trejo, Yessenia, 103
 Oliva Uc, Jorge Roberto, 30
 Olivares Jiménez, Claudia Victoria, 246
 Olivares Pilón, Horacio, 88
 Olivares Rueda, Luis Carlos, 289
 Olmos Rincón, José, 61
 Olvera Tapia, Omar, 229
 Ordoñez Canul, Sebastian, 316
 Ordoñez Casanova, Elsa, 33, 166, 329, 345
 Ordoñez Romero, César Leonardo, 101
 Ornelas Cruz, Ivan De Jesús, 138, 218
 Ornelas Rodríguez, Francisco Javier, 275
 Orosz, Gabor, 80
 Orozco Casillas, Paola Berenice, 212
 Orozco Chacón, Mauricio, 10
 Orozco De La Serna, Benito, 74
 Orozco Duarte, Rogelio, 193
 Orozco Guzmán, Eduardo David, 110
 Ortega Cruz, María Luisa Edith, 209
 Ortega Gallegos, Jorge, 105
 Ortega Guzmán, Jesús, 135
 Ortega Hernández, Carlos Iván, 18
 Ortega Mendoza, José Gabriel, 49, 173, 269
 Ortega Sigala, José Juan, 223, 334, 383
 Ortega Zarzosa, Gerardo, 353, 381
 Ortiz, Carlos, 320
 Ortiz Dosal, Luis Carlos, 206
 Ortiz Flores, Jessica, 176, 180
 Ortiz González, Carlos Alberto, 194, 239, 242, 321, 398
 Ortiz Guerrero, Walter Sigfrido, 61
 Ortiz Gutiérrez, Mauricio, 180, 265, 266, 342, 343, 422
 Ortiz Gómez, Arnulfo, 294
 Ortiz Hernandez, Mariana Yolanda, 362
 Ortiz Huerta, Felipe, 29
 Ortiz Pérez, Alejandro Sebastián, 19, 122
 Ortiz Rascón, Eduardo, 45, 266, 332, 372
 Ortiz Rodríguez, José Manuel, 36, 411
 Ortiz Saavedra, Juan, 223
 Ortiz Villicaña, Marco Antonio, 53, 223
 Ortiz-Chi, Filiberto, 226
 Ortiz-Leyra, Karina Rosario, 286
 Ortíz Bañuelos, Carlos Rafael, 398
 Ortíz González, Carlos Alberto, 153
 Ortíz Juárez, Luis Manuel, 327
 Oseguera Galindo, David Omar, 31, 149, 250
 Osorio, Mabel, 279
 Osorio Archila, Joselyn Mabel, 193
 Osorio Archila, Mabel, 360
 Osorio Caballero, Jorge Alberto, 75, 117, 196, 285
 Osorio Mejia, Mariana Ailed, 169
 Ostilla-Mónico, Rodolfo, 19
 Otero Hernández, José Antonio, 60, 109, 129
 Oubram, Outmane, 59, 215, 297
 Ovando Ramírez, Pedro Antonio, 71
 Pacheco Guevara, Gustavo, 26
 Pacheco Reyes, Eleazar, 206
 Pacheco Vargas, Lizzet, 333
 Padilla Martínez, Juan Pablo, 268
 Padilla Ortiz, Ana Laura, 39, 418
 Padilla Rosales, Isela, 58
 Padilla Sosa, Patricia, 339
 Paez Ornelas, José Israel, 40, 166, 254, 333, 410
 Palacios Fernandez, Daniel, 120, 145, 146, 228, 229, 288, 365
 Palau Puigvert, Aina, 74, 77, 78
 Palillero Sandoval, Omar, 202, 257, 269, 286, 342, 415
 Palma Cardona, Paloma Lizeth, 123
 Palomares Chávez, Curicaveri, 320
 Palomino Merino, Martín Rodolfo, 369, 408, 411, 412
 Palomino Ovando, Martha Alicia, 138
 Pamplona Zuluaga, José Fernando, 337
 Panecatl Bernal, Yesmin, 138
 Paniagua Solar, Laura Alicia, 164
 Parada Peralta, José Agustín, 253
 Paredes, Rosario, 158
 Paredes Arriaga, Alejandro, 388
 Paredes Cabrera, Melissa Yaeth, 34, 288
 Paredes Gutiérrez, Rosario, 94
 Paredes Marquez, Jhonnayker David, 113, 357
 Paris Mandoki, Asaf, 159, 245, 404
 Parra Parra, Abigail, 202, 286
 Pasetto, Alice, 74
 Pastrana Sánchez, María Del Rosario, 260
 Patiño Anaya, Ricardo, 119
 Patiño Jaidar, Erick Leonardo, 155
 Patiño Rodríguez, Didier Alejandro, 329
 Paulin Fuentes, Jorge Mauricio, 290, 336, 388
 Pavon Torres, Omar, 7, 153, 237
 Pecho Vega, Daniel, 145
 Pedraza, Maria Antonieta, 378
 Pedraza Morales, María Isabel, 63, 118, 161, 183, 348, 349
 Pedraza Ortega, Omar, 107, 154, 319, 397
 Pedroza Montero, Martín Rafael, 318, 396
 Pelayo Escalera, Sergio Alfonso, 166, 380, 421
 Pequeño Botello, Mauricio, 168
 Peralta Sánchez, Edgar, 112, 115, 194
 Peralta Villafuerte, Juan Daniel, 416
 Percino Zacarías, María Elizabeth, 178, 263, 340, 368
 Pereira, Nuno, 81
 Pereyra, Margarita, 69, 355
 Pereyra Anaya, Patrizia, 145, 228, 288, 365
 Perez, Israel, 163
 Perez Cortes, Mario, 342
 Perez Landero, Dionicio Alberto, 15, 204
 Perez Maldonado, Maximino, 152
 Persi, Paolo, 85

Perzábal Domínguez, Josue Froylan, 409, 414
 Peza Ledesma, Carmen Leticia, 131, 375
 Peña, Harold A., 64
 Peña, Jose Juan, 386
 Peña, José H., 278
 Peña Cárdenas, Miriam Del Carmen, 356
 Peña Gil, José Juan, 96, 308
 Peña Gomar, Mary Carmen Y Monserrat, 175, 421
 Peña Leal, José Antonio De Jesús, 40
 Peña Prado, Perla Karina, 128, 130, 211, 213, 293, 372
 Peña Ramos, Cassandra, 121
 Peña Saint Martín, José Hermenegildo, 110, 113, 357
 Peña Salinas, Manet Estefania, 362
 Peña-Rodríguez, Yazareth, 386
 Peñúñuri Bolado, Eduardo, 206
 Piacentini, Rubén, 287
 Pichardo Jiménez, Sealtiel, 186
 Pilatowsky Cameo, Saúl, 325
 Pilo, Jorge, 305, 306
 Pilo González, Jorge, 132, 133, 140
 Pineda, Inti, 208, 291
 Pineda Calderón, Inti, 125, 208, 291
 Pineda Rios, Erick Manuel, 326
 Pineda Santamaría, Juan Carlos, 364
 Pineda Zorrilla, Carlos Francisco, 402
 Pintor Vivanco, Miguel Angel De Jesus, 211, 288
 Piña Valenzuela, Hylari Michel, 128
 Plascencia Díaz, Citlaly Jacqueline, 335
 Plata Amarillas, Santiago Alonso, 20
 Plionis, Manolis, 65
 Poiré-De La Cruz, David Ricardo, 257
 Poitevin Chacon, Maria Adela, 315
 Poitevin Chacón, María Adela, 23, 27
 Pola López, Edgar Samuel, 263, 426
 Polanco Euán, Elías Natanael, 21
 Polito Lucas, Jorge Alberto, 42
 Polo Parada, Luis, 354
 Pomares Valdes, Pablo, 350
 Ponce De León Villanueva, Yenisey Del Rocío, 265, 266, 342, 343, 422
 Ponce Mancilla, Aldo Iván, 123
 Ponce Pérez, Rodrigo, 330, 410
 Pontón Gallardo Rodríguez, Aurora, 348
 Por La, Colaboración Hawc, 24, 70
 Porras Aguilar, Rosario, 38, 270
 Porras Juárez, Alicia, 112
 Portillo Vazquez, Manuel Roberto, 330
 Pottiez, Oliver, 49, 170
 Pottiez, Olivier, 335
 Poulet, François, 81
 Poveda Cuevas, Freddy Jackson, 52, 91, 139, 140, 307, 384
 Prata De Almeida Tapia, Nicole, 391
 Pratts Martínez, Alvaro Yobaín, 17, 195
 Prieto Gómez, Irving Adrián, 184
 Prieto Zamudio, Eladio, 142, 387
 Pruneda, Miguel, 132
 Puch Ceballos, Felipe Roman, 54
 Puente Córdova, Jesús Gabino, 40
 Puente Ramírez, Norma Patricia, 341
 Puerari, Ivanio, 71, 357
 Puga Candelas, Alejandro, 110, 199
 Puthan Veedu Sasidharan, Varshika, 41
 Pérez, Luis Antonio, 102
 Pérez Aguilar, Héctor, 175, 263, 379, 420, 432
 Pérez Ancaya, Bertín, 365
 Pérez Aquino, Victor, 427
 Pérez Araujo, Yuniór Frainen, 199
 Pérez Arrieta, María Leticia, 334
 Pérez Cabrera, Juan David, 250
 Pérez Castillo, Isaac, 386
 Pérez Cortés, Mario, 265, 266, 343, 422
 Pérez De León, José Enrique, 111
 Pérez Figueroa, Sara Elizabeth, 138, 303
 Pérez García, Brenda Lizeth, 47
 Pérez González, Jimena, 430
 Pérez Gómez, Paola Yurem, 35
 Pérez Hidalgo, Roxana Belén, 122
 Pérez Huerta, José Samuel, 54, 276, 377
 Pérez Loera, José Armando, 21
 Pérez Lona, José De Jesús, 322
 Pérez López, José Elías, 19, 100
 Pérez López, Luis Antonio, 47, 136, 304
 Pérez Manceras, Yedid Abigail, 302
 Pérez Martínez, Arizbeth, 16
 Pérez Mazariego, José Luis, 207, 380
 Pérez Montaña, Luis Enrique, 65, 285
 Pérez Nieto, Malinalli, 213
 Pérez Patricio, Madaín, 176
 Pérez Pedraza, Julio César, 401
 Pérez Pérez, Rigoberto, 289
 Pérez Ramírez, Eduardo Enrique, 164
 Pérez Reyes, Ildebrando, 19, 122
 Pérez Rivera, Marco Antonio, 199, 279
 Pérez Rodríguez, Alain, 302
 Pérez Romero, Luis Gerson, 142
 Pérez Román, Iván De Jesús, 155, 241
 Pérez Ruíz, Gerardo, 425
 Pérez Salas, Raúl, 302
 Pérez Sánchez, Grethell Georgina, 132
 Pérez Tijerina, Eduardo, 143, 254, 331, 338, 355, 356
 Pérez Valverde, Maritza Iveth, 58
 Pérez Villegas, Angeles, 75
 Pérez Álvarez, Rolando, 30, 58, 301
 Pérez-Cuellar, Gemma Elizabeth, 400
 Pérez-Huerta, José Samuel, 102, 218
 Pérez-Lima, D. A., 326
 Pérez-Lorenzana, Abdel, 66
 Pérez-Nieto, Malinalli, 196
 Quezada Córdova, David Eliezer, 206
 Quijano Briones, José De Jesus, 166, 254, 333, 410
 Quintana García, Manuel, 330, 380
 Quintana Ruiz, Mildred, 102

Quintero Ortega, Valeria, 278
 Quintero Sánchez, Eduardo Ander, 290
 Quirino Rodríguez, Lucio Guadalupe, 294, 373
 Quiroga Gonzalez, Cielo Mayerly, 260
 Quiroga-Nuñez, Luis Henry, 359
 Quiroz Juárez, Mario Alan, 8, 186
 Quiroz Sánchez, Gersain Gabriel, 140, 292
 Quiros Rojas, Marianela, 68
 Quiñones Flores, Abraham Alejandro, 261
 Quiñonez Sánchez, Carol Edith, 9

 Rabinovich Likhtman, Vladimir, 238
 Raga, Alejandro, 79
 Ramirez Bermudez, Luis Alberto, 125, 202, 208, 291, 369-371
 Ramirez Dominguez, Mireya Elizabeth, 415
 Ramirez Flores, Hector, 150, 316
 Ramirez Gasca, Humberto, 415
 Ramirez Núñez, Maria Alejandra, 363
 Ramirez Reyes, Abdiel, 345
 Ramirez San Juan, Julio Cesar, 268
 Ramirez Solano, Ixchel, 201, 363
 Ramirez-Baca, Isaac, 192
 Ramos Arzate, Andres, 187
 Ramos Bonilla, Andrea Fernanda, 149
 Ramos Brito, Francisco, 33
 Ramos Galicia, Dahiana, 124
 Ramos García, Ruben, 268
 Ramos González, Daniel Alejandro, 188, 258
 Ramos Guzmán, Frances Cindyrella, 345
 Ramos Lara, María De La Paz, 242
 Ramos Llanos, Luis Alberto, 212, 294
 Ramos López, Gonzalo, 9
 Ramos Martínez, Ismael, 122
 Ramos Prudencio, Rubi, 23
 Ramos Regino, Liliana Michelle, 182
 Ramos Solís, Luis Eduardo, 384
 Ramos Vilchis, Carlos David, 387
 Ramos-Bernal, Sergio, 145, 228, 309, 388
 Ramírez Andrés, Román Ariel, 207
 Ramírez Aragón, Jonathan, 425
 Ramírez Ayala, María Fernanda, 217
 Ramírez Baca, Pedro Isaac, 155
 Ramírez Barajas, Adrián Ulises, 403
 Ramírez Barbosa, Erika Mayela, 308
 Ramírez Bautista, Mario Alexis, 233
 Ramírez Bermudez, Luis Alberto, 124
 Ramírez Bon, Rafael, 302
 Ramírez Cancino, Jhony Eredi, 231
 Ramírez Cruz, Valeria, 397
 Ramírez Damaso, Gabriel, 223
 Ramírez De Arellano Niño Rincón, Juan Manuel Eugenio, 255
 Ramírez Díaz, Mario Humberto, 33, 374
 Ramírez Esquivel, Obed Yamin, 36
 Ramírez Ferreira, Hazael Ociel, 46, 255
 Ramírez García, Héctor, 372
 Ramírez García, Mateo, 271, 347
 Ramírez Hernández, Joseph Isaac, 432
 Ramírez Hernández, María Fernanda, 382
 Ramírez Hernández, Miguel Ángel, 425
 Ramírez Jiménez, Sandra I., 362
 Ramírez Legorreta, Jannet, 228
 Ramírez Martínez, Fernando, 89, 90, 140, 292
 Ramírez Meneses, Esther, 45
 Ramírez Morales, Marcoantonio, 169
 Ramírez Oliva, Eulalia, 48
 Ramírez Pedraza, Pedro Alfonso, 275
 Ramírez Rodríguez, Luis Patricio, 374
 Ramírez Rojas, Alejandro, 7
 Ramírez Santoyo, Rosa María, 334
 Ramírez Sánchez, Francisco, 17
 Ramírez Sánchez, Roberto, 313
 Ramírez Valdez, Carlos, 394
 Ramírez Zavaleta, Fernando Iguazú, 187, 275, 349, 351, 426, 431
 Ramírez Álvarez, César Omar, 120, 374, 393
 Ramírez Álvarez, Elizeth, 229, 289, 415
 Ramírez-Espinosa, S., 210, 214
 Ramón Pedrero, Luis Enrique, 130
 Ramón Valdés, José, 127, 192
 Rangel, Eduardo, 168
 Rangel, Erick A., 279
 Rangel Anita, Erick Alejandro, 193
 Rangel Carbajal, José Enrique, 299
 Rangel Cortes, Geovanni, 361
 Rangel López, Azahel De Jesús, 208, 226
 Rangel Monreal, María Del Carmen, 35
 Rangel Paneca, Brandon, 119
 Rangel Recio, Irma, 189
 Rangel Rojo, Raúl, 423
 Rastgoo, Saeed, 237
 Raveendran Nair, Pooja, 41
 Raya Montañó, Alfredo, 213, 294, 401
 Razo Medina, Daniel Alberto, 335
 Razón González, Juan Pablo, 232
 Rebolledo Herrera, Lucio Fidel, 148
 Rebollo, Jacqueline, 222, 251, 382
 Rebollo Plata, Bernabe, 256
 Rechy García, Jackeline Suzett, 123
 Recio Puentes, Ramsés, 212
 Regalado Alvarado, Isela Sicarú, 15
 Reguera Ruíz, Edilso Francisco, 35
 Rendon-Restrepo, Camilo Alejandro, 50, 405
 Rendón Delgado, Luis Alberto, 342
 Rendón Vázquez, Luis, 137
 Renero Carrillo, Francisco Javier, 206
 Renteria Lartundo, Arturo, 75, 113, 357
 Rentería Mazo, Luis Roberto, 78
 Rentería Monterrubio, Ana Luisa, 121, 204, 328
 Resendiz Aviles, Jose Angel, 14, 285
 Restrepo Arango, Ricardo León, 58, 134
 Restrepo Vélez, Sofía, 58
 Retes Romero, Ricardo, 111, 112

Reyes Amador, Omar Ulises, 70, 281
 Reyes Ayona, Edgar, 189
 Reyes Ayona, José Roberto, 180, 188, 189, 264, 346, 415
 Reyes Chaparro, Andrés, 56
 Reyes Gasga, José, 369
 Reyes Gómez, Fernando, 366
 Reyes Martín, Jesus, 51
 Reyes Pérez, Jonathan, 184
 Reyes Ramírez, Bartolome, 414
 Reyes Retana, Angel, 301
 Reyes Reyes, Marisol, 30, 163, 407
 Reyes Romero, Pedro Guillermo, 142, 144
 Reyes Ruíz, Mauricio, 115
 Reyes Villagrana, Juan Carlos, 205, 241
 Reyes Villagrana, Raúl Alberto, 121, 204, 205, 241, 328
 Reyes-Mora, Alejandro, 416
 Reyes-Vera, Erick, 50, 190, 341, 405, 420
 Reyna Lara, Ruben Aron, 298
 Reynoso Contreras, Edmundo, 152, 237
 Reynoso Cruces, Salvador, 364
 Reynoso De La Garza, Alonso, 413
 Ricardez Vargas, Ibis, 336
 Richer, Michael G., 119
 Rico Méndez, Mario Ángel, 165, 341
 Rieke, Marcia, 1
 Riera Aroche, Raúl, 368
 Riley, Pete, 14
 Rivas Ramírez, Juan José, 430
 Rivas Silva, Juan Francisco, 385
 Rivera, Anahi, 263
 Rivera Cruz, Jesús Miguel, 252
 Rivera Enríquez, Alberto, 182
 Rivera Hernández, Margarita, 252
 Rivera Islas, Marco Antonio, 229
 Rivera Juárez, Juan Manuel, 156
 Rivera López, Ana Leonor, 388
 Rivera Morales, Jose Guadalupe, 364
 Rivera Muñoz, Eric Mauricio, 131, 375
 Rivera Ortega, Alberto Uriel, 86
 Rivera Ortíz, Pedro Ruben, 117, 285, 363
 Rivera Padilla, Luis Fernando, 96
 Rivera Rebolledo, José Manuel, 92, 374, 428
 Rivera Rosales, Elsa Edith, 248
 Rivera Sandoval, Liliana, 85
 Rivera Vargas, Yesica, 156
 Rizo Franco, Samantha, 292
 Robert, Séverine, 81
 Robledo Martínez, Arturo, 13
 Robledo Sánchez, Carlos Ignacio, 175, 342
 Robles, Jonathan, 256
 Robles Morán, Zulena, 350
 Robles Raygoza, Edgar Jovanni, 412
 Roca Fabrega, Santi, 113
 Roca Flores, Elio, 310
 Rocha Arredondo, Luis Enrique, 105
 Rocha Mendoza, Israel, 44
 Rodarte Campos, Jesús Alberto, 398
 Rodarte Hernández, Mauricio De Jesús, 120
 Rodil Posada, Sandra Elizabeth, 15, 31, 53, 204
 Rodriguez, Luis Felipe, 74
 Rodriguez Doñate, Carlos, 257
 Rodriguez Garcia, Carlos Eduardo, 32, 246, 248, 367
 Rodriguez Gonzalez, Ary, 280
 Rodriguez Heras, Alan Yoshosua, 369
 Rodriguez Hernandez, Juan Ignacio, 352
 Rodriguez Hernandez, Marco Uriel, 41
 Rodriguez Laguna, Alejandro, 315
 Rodriguez Rios, Oscar, 145
 Rodríguez, C.A., 76
 Rodríguez, L.F., 76
 Rodríguez Albarrán, María José, 144
 Rodríguez Almanza, Daniel, 295
 Rodríguez Beas, César, 330
 Rodríguez Betancourt, Verónica María, 424
 Rodríguez Bravo, Humberto, 160
 Rodríguez Cahuantzi, Mario, 21, 62, 182, 183, 185, 429
 Rodríguez Cruz, William, 376, 383
 Rodríguez Doñate, Carlos, 269
 Rodríguez Fernández, Luis, 126
 Rodríguez García, Kenneth Martín, 178
 Rodríguez Gonzáles, Alfredo Josué, 221
 Rodríguez González, Ary, 75, 117, 196, 213, 285
 Rodríguez González, Rogelio, 135, 380
 Rodríguez Guillén, Mónica, 356
 Rodríguez Laguna, Alejandro, 23, 27, 396
 Rodríguez León, Ericka, 330
 Rodríguez Liñán, Gustavo Manuel, 230
 Rodríguez López, Andrea Guadalupe, 353
 Rodríguez Magdaleno, Karla Arely, 30, 48, 133, 139, 302, 335, 384
 Rodríguez Martínez, Mario, 152, 240, 364
 Rodríguez Mayo, José Adrián, 376
 Rodríguez Merino, Lino Héctor, 71
 Rodríguez Mora, José Isrrael, 381
 Rodríguez Olguín, José Samuel, 395
 Rodríguez Ortiz, Emmanuel Alfredo, 154
 Rodríguez Padilla, Jesus Jairo, 148, 393
 Rodríguez Palacios, Maximiliano, 369
 Rodríguez Preciado, Sergio Yair, 31
 Rodríguez Puebla, Aldo, 68, 72, 360
 Rodríguez Quiroz, Osvaldo, 344, 425
 Rodríguez Rodríguez, Martín, 39, 267
 Rodríguez Torres, Erika Elizabeth, 314, 393
 Rodríguez Vargas, Isaac, 108, 134, 135, 139, 215, 297, 301, 380, 384
 Rodríguez Villafuerte, Mercedes, 22, 24, 233, 314, 393
 Rodríguez Vázquez, Blanca Esthela, 330
 Rodríguez Vázquez, Ángel Gabriel, 36
 Rodríguez Yáñez, Andrea, 240
 Rodríguez-Carreón, Victoria Celeste, 171
 Rodríguez-Morales, Luis Alberto, 49, 416
 Rojas Briseño, José Guadalupe, 215, 297
 Rojas Castillo, Diana, 13
 Rojas González, Francisco Eduardo, 372

Rojas Hernandez, Olivo, 257, 335
 Rojas Hernández, Ezequiel, 223
 Rojas Laguna, Roberto, 180, 188, 258, 260, 262, 264, 335, 346, 416
 Rojas Lemus, Yunuen, 23, 151
 Rojas Sánchez, Adriana, 379
 Rojas Temoltzi, Yuriel, 250
 Rojas Vivas, José Alfredo, 146, 229
 Rojo Saucedo, Cristhian Alan, 148, 311, 393
 Roldan Bautista, Diego Francisco, 146
 Romero Bernal, Julio, 178
 Romero Castro, Jenny Paola, 29
 Romero De La Cruz, María Teresa, 247, 327
 Romero Hernandez, Esmeralda, 121, 143
 Romero López, Anabel, 303
 Romero López, Miguel Ángel, 118
 Romero Martínez, Martín, 132, 133, 140, 305, 306, 377, 413
 Romero Ramos, César Augusto, 218
 Romero Rochín, Víctor Manuel, 384
 Romero Talamás, Carlos, 10
 Romo Cruz, Julio César Rubén, 310
 Romo Herrera, Jose Manuel, 40
 Romo Rico, Daniel, 223
 Román Acosta, Jesús Emmanuel, 116, 165, 307, 323
 Román Martínez, Angélica Viridiana, 236
 Román Moreno, Carlos Jesús, 345
 Román Zuñiga, Carlos Gerardo, 82, 84, 277, 282
 Roque Vargas, Miguel, 216
 Rosa González, Daniel, 71, 193, 358
 Rosado Solis, Margarita Eugenia Del Socorro, 279
 Rosales Cortes, Eduardo, 171, 268
 Rosales Herrera, Diana, 231
 Rosales Infante, Flavio, 320
 Rosales Lagarde, Alejandra, 314, 393
 Rosales Quintero, José Eduardo, 152, 237, 319, 397
 Rosales Zárate, Laura, 29
 Rosas Alatraste, Carolina, 15
 Rosas Cruz, Héctor Del Ángel, 167
 Rosas Guevara, Yetli, 285
 Rosas Gutiérrez, Jesús Antonio, 124
 Rosas Huerta, José Luis, 132, 133, 140, 305, 306, 378
 Rosas Rojas, Sergio Leonel, 224
 Rosas Trejo, Gerardo Antonio, 255
 Rosete Aguilar, Martha, 6
 Rosete Castillo, Jesús Manuel, 209
 Rosu, Haret, 400
 Rosu Barbus, Haret-Codratian, 241
 Roth, Miguel, 85
 Rubio Ponce, Alberto, 53, 103
 Rubio Rosas, Efraim, 409
 Rubiol García, Adán Miguel, 155
 Ruiz Aldana, Antonio, 188
 Ruiz Cervantes, Anahi, 432
 Ruiz Cigarrillo, Oscar, 35
 Ruiz Cristóbal, Marco Antonio, 309
 Ruiz Estañón, Carlos Alberto, 226
 Ruiz García, Luz Del Carmen, 132
 Ruiz González, Fernando, 302
 Ruiz Hernández, Porfirio, 432
 Ruiz Hernández, Ricardo, 281
 Ruiz León, Deyanira, 257, 412, 415
 Ruiz Mendoza, Juan Carlos, 86, 213
 Ruiz Pérez, Melina Guadalupe, 198
 Ruiz Pérez, Víctor Iván, 346, 414, 422
 Ruiz Robles, Mitchel Abraham, 254
 Ruiz Tijerina, David Angel, 109, 298
 Ruiz Trejo, César, 151
 Ruiz Vanegas, Juan Luis, 365
 Ruiz Veloz, Guadalupe Misael, 354
 Ruíz Alvarado, Efraín, 47
 Ruíz Ledezma, Elvia Rosa, 93
 Ruíz Mendoza, Juan Carlos, 178
 Ruíz Pérez, Víctor Iván, 415, 425, 426
 Ruíz Robles, Mitchel Abraham, 331
 Récamier Angelini, José Francisco, 244
 Ríos González, Erick Jesús, 167
 Ríos López, Emmanuel, 201, 281, 286, 363
 Ríos Martínez, Carlos, 36
 Ríos Roldan, Abraham De Jesús, 353
 Ríos Sánchez, Brahyam, 158
 Saaidi, Rahal, 24
 Saavedra Romero, Andrés Alfonso, 394
 Sabido Moreno, Oscar Miguel, 322, 400
 Sabin, Laurence, 80
 Sabinas Hernández, Sergio Alberto, 334
 Sabino Campechano, Jonathan, 151
 Sacahui Reyes, José Rodrigo, 193, 199, 279
 Sadurní Hernández, Emerson Leao, 56, 89
 Saenz Villela, Jesus Manuel, 33
 Sagaceta Mejía, Alma Rocío, 231, 311, 399
 Sahagún Sánchez, Daniel, 28, 324, 386
 Sajo Bohus, Laszlo, 1
 Salas Brito, Alvaro Lorenzo, 226, 400
 Salas Casales, Patricia, 106
 Salas Juárez, Christian Javier, 225
 Salas Montiel, Rafael, 44
 Salas Navarro, Amanda, 143
 Salas Torres, Osiris, 225, 258, 298
 Salas Zepeda, María Guadalupe, 168, 412
 Salazar Ibarguen, Humberto, 185, 273, 350
 Salazar Kuri, Ulises, 334
 Salazar Muñoz, Verónica Elvira, 217
 Salazar Posadas, Fernando, 136, 138, 218, 222, 224, 251, 301, 378, 382
 Salazar Ramírez, Manuel, 387
 Salazar Tovar, Miguel Ulises, 329
 Salazar Villanueva, Fernando, 258
 Salceda Delgado, Guillermo, 171, 341
 Salcedo Rodríguez, Christian Alexis, 415
 Salgado Blanco, Daniel Ignacio, 31, 252
 Salgado García, Raúl, 11
 Salgado Hernández, Jesús Eduardo, 140

Salgado Suarez, Gladys Denisse, 395
 Salgado Verduzco, Marco Antonio, 175, 421
 Salinas Samaniego, Federico, 143
 Salinas Vázquez, Martín, 20
 Sampieri Cabal, Rubén, 16
 San Juan Villegas, Ana Fernanda, 314, 392
 Sanchez, Sebastian, 72
 Sanchez Alejo, Marco Antonio, 383
 Sanchez Balderas, Gregorio, 100
 Sanchez Flores, Flavio Cesar, 320
 Sanchez Galvez, Alba Maribel, 191
 Sanchez Mondragon, Jose Javier, 172, 423
 Sanchez Sanchez, Sebastian Francisco, 73
 Sanchéz Vásquez, José Daniel, 163
 Sandoval Alvarado, Carlos Raul, 149, 257, 335, 419
 Sandoval Espinosa, Andrés, 25
 Sandoval Espinoza, Mario, 94, 99, 391
 Sandoval Hurtado, Ángel André, 14
 Sandoval Magallanes, Luis Martin, 202, 319
 Sandoval Orozco, Rodrigo, 75, 110
 Sandoval Robles, Oscar Gamaliel, 432
 Sandoval Santana, Juan Carlos, 256, 412
 Sandoval-Orozco, Rodrigo, 153
 Santacruz Gomez, Karla, 120
 Santamaría Holek, Iván, 231
 Santamaría Juárez, Efren, 170, 206, 368
 Santamaría Najjar, Jesús Iván, 25, 430
 Santana Bejarano, Dupret Alberto, 184, 432, 433
 Santana Sánchez, José Eduardo, 102, 137, 224, 303, 304
 Santiago Acosta, Rubén Darío, 109, 129
 Santiago Alvarado, Agustín, 343, 344
 Santiago García, José Antonio, 99, 411
 Santiago Germán, Wenceslao, 34
 Santiago Hernández, Héctor, 177, 344, 345
 Santiago Lobato, Edgar Tonatiuh, 339
 Santiago Márquez, Aldo, 118
 Santiago Ramírez, Claudia Rosa, 41
 Santiago Solís, Alberto, 405
 Santibañez Sanchez, Federico Garcia Gabriel, 152
 Santillan Gomez, Tomas, 54
 Santillán Ortega, Priscila, 200
 Santopinto, Elena, 6
 Santos, Lea, 28
 Santos Guevara, Ajax, 87, 270
 Santos López, Fabiola Jacqueline, 376
 Santoy Flores, Raul Eduardo, 410
 Santoyo-Salazar, Jaime, 410
 Sarbach, Olivier, 238, 319
 Sarkis Mobarak, Youssef, 18
 Saucedo Cardaña, José Luis, 279
 Saucedo Cañas, Manuel Alberto, 166
 Saucedo Morales, Julio Cesar, 363
 Saz Parkinson, Pablo M., 24
 Schafer, Kenneth, 52
 Schuster Bruckert, William, 281, 359
 Schutzer, André, 363
 Scicluna, Peter, 119, 197, 359
 Segovia López, José Guadalupe, 99, 232, 310
 Segura De La Vega, Gael Alberto, 35
 Segura Landa, Jesús Alfonso, 56
 Segura Montero, Omar Isaac, 283
 Segura Piña, Daniel, 75, 110, 113, 277
 Selvas Aguilar, Romeo De Jesús, 50, 165, 171, 178, 340, 341, 417
 Sepulveda-Guzman, Selene, 250
 Serena Ceceña, Juan Manuel, 116
 Sergio Abraham, Dzib Quijano, 194
 Sergio Andrés, Águila Puentes, 162
 Serna Franco, José Erandi, 273
 Serrano Arévalo, Karla Ivonne, 379, 420, 432
 Serrano Bernal, Omar, 80
 Serrano Ensástiga, Eduardo, 91, 326, 405
 Sevilla Pérez, Francisco Javier, 12, 89, 96, 97, 186, 310, 389
 Shaji, Sadasivan, 41
 Shulika, Oleksiy V., 138
 Sierra Hernández, Juan Manuel, 180, 188, 258, 260, 262, 264, 346, 415, 416
 Siewe Kamegni, André, 60
 Sigala Valdez, Jesús Octavio, 36, 411
 Siliceo Guzmán, Isaias, 243
 Silva Cabrera, José Sergio, 115
 Silva García, Alejandro, 322
 Silva González, Nicolás Rutilo, 334
 Silva Hernández, Manuel, 27
 Silva Moreno, Alejandra Alicia, 373
 Silva Ortigoza, Gilberto, 176
 Silva Roy, David, 233
 Silva-Fierro, Concepción Laura, 393
 Simonin, Jean-Pierre, 392
 Smith, Bryan, 306
 So, Po-Wahwah, 150
 Sobral, Hugo Martín, 13
 Solano Olivares, Veronica, 19
 Solar Becerra, Beleni, 201
 Solís Rivera, Esteban De Jesús, 367
 Solorza Guzmán, Misael, 223
 Soltero Ochoa, Isaac, 109
 Solís Atala, Miguel Ángel, 106
 Solís Pomar, Francisco, 254
 Solís-López, Jordi, 66
 Solórzano Valencia, Maury, 132, 216, 376
 Sorrosa Hernández, Jesús Oswaldo, 370
 Sosa, Akari Narayama, 102
 Sosa, Víctor, 163
 Sosa Aquino, Modesto Antonio, 22
 Sosa Camposeco, Akari Narayama, 136
 Sosa Fonseca, Rebeca, 268
 Sosa Mendoza, Marian, 337
 Sosa Ramos, Omar, 328
 Sosa Sánchez, Citlalli Teresa, 176, 262
 Sotelo Burke, Anais, 327
 Sotelo Cortez, Balam Arturo, 432
 Soto Alcaraz, Maria Eugenia, 423

Soto Badilla, Federico, 277, 359
 Soto Chavarría, Jesús Alberto, 260
 Soto Estrada, Ana María, 268
 Soto Guzmán, Tania Elizabeth, 221
 Soto Mercado, Jorge Ramón, 167
 Soto Puebla, Diego, 318, 396
 Soto-Perdomo, Juan, 341
 Srinivasan, Sundar, 119, 197, 359
 Stegmann, Thomas Werner, 61, 217
 Strojnik, Marija, 38
 Suarez López, Jaime Raúl, 321
 Sumaya Martínez, Juan, 149, 257, 335, 419
 Sun, Guohua, 403
 Sussman Livovsky, Roberto, 321
 Sustaita Torres, Ileri Aydée, 54, 102, 218, 220, 276, 377
 Suárez Rodríguez, Carmen Del Pilar, 130
 Sánchez, Sebastián F., 66, 73
 Sánchez Arellano, Arsenio, 54, 276, 377
 Sánchez Arrieta, Daniel, 344
 Sánchez De La Llave, Julián David, 38, 270
 Sánchez Espín, Aurea Nictcha, 406
 Sánchez Ferto, Fernando Damián, 428
 Sánchez García, Osbaldo, 114
 Sánchez González, Luis Eduardo, 408
 Sánchez Ibarra, Ixe, 125
 Sánchez Ligonio, Karen Yamile, 216
 Sánchez López, Sergio, 175, 263
 Sánchez Martínez, Alondra Jaqueline, 346
 Sánchez Martínez, Daniel, 165
 Sánchez Martínez, Rodrigo, 368, 386, 400
 Sánchez Meneses, Oscar Casimiro, 203
 Sánchez Miranda, Manuel De Jesús, 310
 Sánchez Mondragón, J. Javier, 45, 177
 Sánchez Morales, María Eugenia, 424
 Sánchez Moreno, Edilberto, 115
 Sánchez Méndez, Zenaida Berenice, 115
 Sánchez Nieto, Alexandra Giselle, 269
 Sánchez Ovalle, Edgar Daniel, 330
 Sánchez Raudry, Guillermo Aldair, 305
 Sánchez Reyna, José Angel, 133
 Sánchez Rodríguez, César Eduardo, 30, 163, 407
 Sánchez Salas, Norma, 312
 Sánchez Sandoval, G., 220
 Sánchez Sánchez, Jesús Arturo, 217
 Sánchez Sánchez, Jonatan, 385
 Sánchez Sánchez, Rubén, 93
 Sánchez Sánchez, Sebastián Francisco, 200, 361
 Sánchez Torres, Samuel, 47
 Sánchez Valle, José Alejandro, 166
 Sánchez Vargas, Fernanda, 369
 Sánchez Velázquez, Salvador, 302
 Sánchez Vieyra, María Teresa, 31, 251
 Sánchez Zeferino, Raúl, 253
 Sánchez-De-Aparicio-Calvillo, Alberto, 214

 Tahoma, René, 82
 Takeuchi, Noboru, 254, 330
 Takeuchi Tan, Noboru, 40
 Talamantes Johnson, Mario Armando, 183
 Talbert, Kenneth, 52
 Tamariz López, Emmanuel, 409
 Tamayo Amaya, Francisco Javier, 111
 Tame Soria, Mauricio Yamil, 274
 Tapia, Mauricio, 85, 282
 Tapia García, Maximino Roberto, 336
 Tapia Ibarguengoitia, Mauricio, 82, 277
 Tapia Ignacio, Cecilio, 99
 Tapia Rodríguez, Lucy Estefanía, 35
 Tapia Schiavon, Carlos, 78
 Tapia Vazquez, Francisco, 357
 Tarhuni, Daniela, 82
 Tavizón, Gustavo, 135, 301
 Tejeda Muñoz, Guillermo, 21, 182, 183, 185, 429
 Tejeda Torres, Santa, 130
 Telles, Eduardo, 64
 Tena Contreras, Carlos Alberto, 422
 Tenorio Barajas, Aldo Yair, 56, 289
 Tepale Luna, Alexis, 42
 Tepanecatí Fuentes, Laura Alejandra, 138
 Terlevich, Elena, 65
 Terlevich, Roberto, 65
 Terán Cisneros, César Enrique, 52
 Tessieri, Luca, 97, 98, 319, 372
 Teutli Campos, Victor Hugo, 86
 Tlahuice Flores, Alfredo, 168, 331, 412
 Tlatelpa Becerro, Ángel, 142
 Tlatelpa Mascote, Brenda, 397
 Toalá Sanz, Jesús Alberto, 80, 197
 Tolentino Ramírez, Jesus, 185
 Tonacatl Monez, Raul Alfonso, 375
 Toral Acosta, Daniel, 50, 178, 341, 417
 Toral Zavaleta, José Eduardo, 222
 Tornez Membrilla, Jose Carlos, 183
 Torres, Ibrahim, 24
 Torres, Vicente, 130
 Torres Arenas, José, 95, 392
 Torres Brauer, Víctor Hernán, 157
 Torres Cano, Raúl Edgardo, 92
 Torres Cardenas, Jonathan Raymundo, 188
 Torres Del Castillo, Gerardo Francisco, 176
 Torres Dominguez, Victor Manuel, 426
 Torres González, Daniel, 264
 Torres González, Luis Adolfo, 149
 Torres Guzmán, Jose Concepción, 376, 383
 Torres Gómez, Jhon Freddy, 139
 Torres Hernández, Ana Elizabeth, 35
 Torres Hernández, Jorge, 308
 Torres López, Carlos Sebastián, 200
 Torres Marín, Emmanuel, 366
 Torres Mena, Oscar Ivan, 12
 Torres Mendoza, Juan Carlos, 131
 Torres Ortiz, Diego Francisco, 239

Tafoya, Daniel, 80

Tagle Nardelli Pinto, José Ignacio, 130

Torres Palencia, Angel David, 423
 Torres Pérez, Araceli, 186, 350
 Torres Ramírez, Roberto Constancio, 32, 248, 367
 Torres Rojas, Raúl Mauricio, 299, 300
 Torres Segundo, César, 143, 144
 Torres Sepúlveda, Diego, 396
 Torres Solís, César Alberto, 8
 Torres Toraya, José Humberto, 232
 Torres Trujillo, Pedro, 420
 Torres Vega, Gabino, 97
 Torres Vázquez, Annette Itzel, 240
 Torres Zentella, Christian, 163
 Torres-Torres, Mauricio, 171
 Toscano, J. Jesús, 182
 Tototzintle Huitle, Hugo, 223, 431
 Tovar Basurto, Amaury Alexis, 291
 Tovar Martínez, Eduardo, 30, 163
 Tovmassian, Gagik, 111
 Trejo Ayala, Abdiel, 201
 Trejo Baños, Alejandro, 138, 218, 222, 224, 301, 378, 382
 Trejo Candelas, Luis Miguel, 127, 215, 296
 Trejo Durán, Mónica, 269
 Trejo García, Pablo Marco, 136, 219, 379
 Trejo Mandujano, Hector Alejandro, 33, 166, 329, 345
 Trejo Sánchez, Jean Carlo, 371
 Trejos Montoya, Víctor Manuel, 232, 312, 392
 Trelles Hernández, José Arturo, 70, 113
 Treviño Gutiérrez, Juan Pablo, 38, 39, 418
 Treviño Palacios, Carlos Gerardo, 38, 235
 Trinidad, M.T., 76
 Trinidad Hernández, Miguel Angel, 111, 282
 Troncoso López, Alan Daniel, 350
 Tututi, Eduardo S, 181
 Tututi Guillén, Norma, 182
 Tututi Hernández, Eduardo Salvador, 185, 189, 274, 350
 Téllez Limón, Ricardo, 44, 262, 425
 Téllez Méndez, Nallely, 164

 Ugalde, Victor, 31
 Uthhoff Rodríguez, Leonardo, 159, 245, 404
 Unda Sánchez, Mariana, 295
 Urbiola Soto, Leonardo, 20
 Urenda Zacarías, Luis Antonio, 147, 288
 Ureña López, Luis Arturo, 107, 238, 273, 322, 356, 399
 Ureña Mena, Fernando Josué, 358
 Ureña Saucedo, Alexis, 347
 Urias Caballero, Jorge Luis, 212
 Uribe Estrada, Cecilia, 182, 271, 348
 Uriostegui Legorreta, Ulises, 185, 274, 350, 430
 Uroza Alonso, Miguel Angel, 209
 Urrutia, Gerardo, 69
 Uscanga, Lucero, 80, 116, 282
 Uscanga Aguilera, Lucero, 111
 Usuga-Restrepo, Juan Esteban, 50

 Valadez Bustamante, Luis Arturo, 178
 Valadez Pérez, Néstor E., 319
 Valdes García, Zharky Ali, 185
 Valdes Martínez, Alex Ebenezer, 270
 Valdespino Padilla, Duilio, 251, 408
 Valdez Alvarado, Susana, 349
 Valdez Gutiérrez, Margarita, 279
 Valdivieso López, Dulce Karina, 24
 Valdés Galicia, José Francisco, 25, 273
 Valdés Hernández, Andrea, 88, 96, 157, 402
 Valencia Caicedo, Cindy Johanna, 181
 Valencia Ortega, Gabriel, 312
 Valencia Palomo, Lizardo, 181, 187, 270, 347
 Valencia-Garzon, Sebastian, 341
 Valentin Robles, Alan Enrique, 12, 351
 Valenzuela Durán, Mississippi, 62
 Valenzuela Gómez, Daiana, 126, 323
 Valenzuela Jiménez, Víctor Manuel, 89, 157
 Valenzuela Montoya, Miguel Angel, 346
 Valenzuela Tijerino, José Octavio, 64, 70, 72, 113, 280
 Valenzuela-Jiménez, Víctor Manuel, 90
 Valerdi Negreros, Mayra Mabel, 73, 201, 284, 286, 363
 Valladares Rocha, César Efrén, 123, 141, 307, 329
 Valle Zavala, Mario Alberto, 291
 Vallejo Hernández, Miguel Ángel, 22
 Vallejo Trejo, José Antonio, 92
 Vallejo Valdez, Thelma Mariana, 433
 Valtierra Castañeda, Hernan Alejandro, 165
 Valverde Romero, Cassandra, 188
 Vandaele, Ann C., 81
 Varela Carlos, Enrique, 185, 273, 350
 Varela Mendez, Ariana, 364
 Varela Solis, Dalila, 185, 429
 Vargas Almeida, Alexander, 131
 Vargas Cortés, Abril, 402
 Vargas Marinero, Victor, 200
 Vargas Morán, Lizeth Berenice, 213
 Vargas Téllez, Jorge Alberto, 221, 302
 Vargaz Guadarrama, Luis Rey, 349
 Vasquez Torres, Diego Alejandro, 359
 Vazquez, Alejandro, 31
 Vazquez Gonzalez, Jose Alberto, 107
 Vazquez Luna, Jose Guadalupe, 112, 161, 395, 410
 Vazquez Meza, Roberto, 359, 362
 Vazquez Naranjo, Alberto, 289
 Vega Cabrera, José, 170, 240, 258, 337
 Vega Carmona, Areli Jael, 243
 Vega Carrillo, Héctor René, 389
 Vega Gomez, Carlos Jesahel, 229
 Vega Méndez, Jair, 80
 Velasco Bolom, Pedro Marcos, 414, 422
 Velasco Nieto, Analyn, 151
 Velasco Terán, Iris Gabriela, 315
 Velazco Santos, Carlos, 164
 Velazquez, Hector Manuel, 113
 Velazquez Castro, Jorge, 191, 276
 Velazquez Ibarra, Lorena, 160
 Veleta Bustillos, Erick Omar, 188
 Velez Cordero, Rodrigo, 49
 Veliz Jimenez, Raymundo De Jesus, 116

- Velázquez, Héctor, 64
 Velázquez, Pablo, 79
 Velázquez Abad, Itzel Alejandra, 197
 Velázquez Aguilar, Víctor Manuel, 141, 227, 267
 Velázquez Calderón, Aracely, 422
 Velázquez Cruz, Virginia, 234
 Velázquez Díaz, Juan Carlos, 124, 290
 Velázquez García, Silvia Joseline, 277
 Velázquez Kraff, Abraham Ramsés, 126, 156, 266, 323, 368
 Velázquez Lara, Alejandra, 344
 Velázquez Pérez, Stephanie Esmeralda, 353, 381
 Velázquez Quesada, Mercedes Paulina, 144
 Venegas Serrano, Janis Miroslava, 283
 Venegas Suárez, Cecilia, 276
 Ventura Vargas, Felipe, 80
 Vera De Nova, Kevin Alonso, 308
 Vera Morales, Jorge Emmanuel, 432
 Vera Victoria, David Teofilo, 120
 Vergara Castañeda, Arely, 413
 Vergara Espinosa, Omar, 100
 Vergara Sánchez, Josefina, 142, 144
 Vicente Y Rodriguez, William, 20
 Victoria Ceballos, César Ivan, 114
 Vidal Borbolla, Miguel Ángel, 36
 Vidal González, Diego Quetzalcóatl, 86
 Vidal Morales, Valeria Monserrat, 143
 Vidal Sánchez, Yunuen, 189
 Vidales Hernández, Citlalli Gabriela, 313
 Vidales Rodríguez, Luz Elena, 334
 Vielma Martínez, José Eduardo, 248
 Viera Castillo, Victor, 228, 229
 Viesca Villanueva, Efraín, 32, 248, 367
 Vieyra Rivera, Daniela, 169
 Vilcapoma Lázaro, Luis, 146, 288, 365
 Vilchis León, Paloma Alejandra, 374
 Villa Cortés, Sergio, 101
 Villa Martínez, Gerardo, 329
 Villa Villa, Eleasar, 170, 258, 337
 Villagrana Velázquez, José Guadalupe, 150, 316
 Villalba Villalba, Ana Gloria, 187
 Villalobos Mendoza, Brenda, 39, 267, 338, 344
 Villalobos Pérez, Salvador Enrique, 292
 Villanueva Lopez, Oscar Jesus, 118
 Villareal Velasco, Harim, 125, 208
 Villarnobo González, Katia Michelle, 202
 Villarreal Franco, Luis Guilermo, 254
 Villasana Barrera, Aldair, 92
 Villasana Mercado, Patricia, 215, 297
 Villaseñor Navarro, Yolanda, 26
 Villaseñor Pérez, David Benjamín, 325
 Villatoro Bernardo, Agustín Joel, 425
 Villegas Castellanos, Jeydy Michelle, 201
 Villegas Domínguez, Itsi Guadalupe, 388
 Villegas Martínez, Braulio Misael, 45, 172, 177
 Villegas Olvera, Laura Olivia, 106, 294
 Villegas Pérez, Vladimir Alberto, 399
 Villegas Sánchez, Orlando, 49
 Villegas Tapia, José Luis, 131
 Vinajera Reyna, Carlos, 342
 Viveros Delgado, Harold Edinson, 76, 282
 Vlasova, Marina, 202, 286
 Volke Sepúlveda, Karen Patricia, 343
 Vásquez Arzola, Alejandro, 421
 Vásquez Beltrán, Yael Antonio, 21
 Vásquez Contreras, Luis Octavio, 223
 Vázquez, Roberto, 113, 362
 Vázquez Báez, Víctor Manuel, 103, 152, 237, 319, 397
 Vázquez Cuchillo, Odilón, 410
 Vázquez González, José Alberto, 153
 Vázquez Hernández, Hugo Evelio, 228, 308
 Vázquez León, Germán Daniel, 307, 385
 Vázquez Luna, José Guadalupe, 115
 Vázquez López, Carlos, 309
 Vázquez Mata, José Antonio, 72
 Vázquez Meza, Roberto, 277
 Vázquez Ramírez, Alexia, 136
 Vázquez Semadeni, Enrique Cristían, 79
 Vázquez Velázquez, Valente, 124–126, 202, 208, 291, 369–371
 Vázquez Villa, Alexis, 343, 344
 Vázquez Y Montiel, Sergio, 340
 Vázquez-Rodríguez, Sofia, 250
 Waelbroeck, François, 10
 Waldo Benítez, Lourdes Araceli, 22
 Walsh, Catherine, 77
 Watson, Alan, 69, 355
 White Narvaez, Jennifer Esmeralda, 223
 Wiechers Medina, Carlos Herman, 160
 Wofford, Aida, 84
 Woldegerima Beyene, Fitsum, 201, 286, 363
 Wong Ovando, Georgina, 247, 349
 Xochipa Rodríguez, Marco Antonio, 290
 Yahia Keith, Nadia Amina, 318, 396
 Yam Gamboa, Omar, 75, 80, 112
 Yanza, V., 76
 Yañez Cabrera, Andrés, 342
 Yañez Guerra, Alejandro, 127
 Yee-Madeira, Hernani, 9
 Yescas Martínez, Faustino, 129
 Yupanqui Carpio, Wilfredo, 237
 Yáñez-Casas, G. A., 210, 214
 Zaca Moran, Rafael, 268
 Zaca Morán, Placido, 268, 426
 Zacamitzin Ángeles, Elías, 9
 Zaldívar Vázquez, Juan José, 361
 Zamora Arellano, Kenia, 214
 Zamora Avilés, Manuel, 79, 199, 279, 357
 Zamora Núñez, José Antonio, 377
 Zamora Romero, Noé, 49, 219
 Zamora Tobon, Alejandra, 112

Zamora Torres, Andrea, 345
Zamora-Peredo, Luis, 257
Zamorano Baños, Brandon, 144
Zamudio Lara, Alvaro, 202, 286, 415
Zamudio Ruvalcaba, Luisa Fernanda, 198
Zapata González, Luis Alberto, 74, 78, 79, 285, 357, 361
Zapien Campos, Brian, 22
Zaragoza Cardiel, Javier, 357
Zaragoza Gonzalez, Luis Roberto, 27
Zarazúa Macias, Isaac, 46, 255
Zavala, Ivonne, 103
Zavala, Jorge, 64, 282
Zavala Alvarez, Karla Sofia, 98
Zavala Molina, Rafael, 152
Zavala Solano, Jorge Armando, 68
Zavalza Arellano, Bianca Saraim, 129
Zazueta Lopez, Juan Ramon, 251
Zeegers, Sascha, 118
Zenteno Hernández, José Alex, 38
Zepeda Barrios, Alejandro, 396
Zepeda Fernández, Cristian Heber, 148, 233, 352, 394
Zeron Cabrera, Georgina, 136, 219, 379
Zhang, Qizhou, 78
Zharikov, Sergey, 111, 358
Zumeta Dubé, Inti, 35
Zárate Villegas, David, 339
Zúñiga, Johan Manuel, 196, 278
Zúñiga Martinez, Soraida Cristina, 226