

DESAFÍO DE LA INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS PARA LA EDUCACIÓN

PUEBLA, PUE.
MÉXICO
2021

EDITORES LITERARIOS

Etelvina Archundia Sierra • Miguel Ángel León Chávez • Carmen Cerón Garnica

Desafío de la Investigación en Tecnologías para la Educación

Editores Literarios

Etelvina Archundia Sierra
Miguel Ángel León Chávez
Carmen Cerón Garnica

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación
México 2021



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Primera Edición: Otoño 2021
ISBN: 978-607-525-777-8

© Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
4 sur 104, Col. Centro Histórico. Puebla, Pue., CP. 7200
Tel/Fax: 01 (222) 229 55 00
<https://www.buap.mx>

Dirección General de Publicaciones
2 norte 1404, Col. Centro Histórico. Puebla, Pue., CP. 7200
Teléfonos: 01 (222) 246 85 59 y 01 (222) 229 55 00 Ext. 5768 y 5764
<http://publicaciones.buap.mx>
dgp@correo.buap.mx

Facultad de Ciencias de la Computación
Av. San Claudio y 14 Sur, Ciudad Universitaria. Puebla, Pue., CP. 72570
Teléfono : 01 (222) 2 229 55 00 Ext. 7200
<https://www.cs.buap.mx>

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • *Rectora*: María Lilia Cedillo Ramírez • *Secretario General*: José Manuel Alonso Orozco • *Vicerrector de Docencia*: José Jaime Vázquez López • *Vicerrector de Extensión y difusión de la cultura*: José Carlos Bernal Suárez • *Director General de Publicaciones*: Hugo Vargas Comsille • *Directora de la Facultad de Ciencias de la Computación*: María del Consuelo Molina García

Hecho en México
Made in Mexico

Índice

Página

INTRODUCCIÓN

Sección I Desarrollo de Plataformas Tecnológicas Educativas

Capítulo 1. Videojuego de Entomofagia: Una alternativa sustentable para la alimentación humana	3
---	---

Alberto Remigio Alvarado, Marcela Rivera Martínez, Luis René Marcial Castillo, Carlos Alberto Pérez Meneses, María de Lourdes Sandoval Solís

Capítulo 2. Gestión docente de aplicaciones en Microsoft Teams, de acuerdo con la dimensión tecnológica-pedagógica en AVA	18
--	----

Virginia Gutiérrez Aguilar, Concepción Gutiérrez Aguilar, Maritza del Carmen Rosas Álvarez, Araceli Tecuatl Cuautle, Luis David Gómez Cortés

Capítulo 3. Panolti: Herramienta web para aprender lengua náhuatl	36
--	----

Victor Hugo Aportela Hernandez, Erika Annabel Martínez Mirón, Guillermina Sánchez Román, Mariano Larios Gómez

Capítulo 4. Propiciando la cultura en el nivel educativo universitario a través de una Galería de Arte Online	45
--	----

David Arenas Gómez, María Luz A. Sánchez Gálvez, Mario Anzures García

Capítulo 5. Aplicación Web de soporte al aprendizaje de fundamentos de programación en la formación de Ingenieros en Sistemas Computacionales de Veracruz	61
--	----

Víctor Juárez Martínez, Roberto Ruiz Castro

Capítulo 6. Sistema de gestión de aprendizaje en un entorno virtual en la web basada en el modelo de aprendizaje B-learning	73
--	----

Laura Méndez Segundo, Rodolfo Romero Herrera

Capítulo 7. TeamWork: Red social para mejorar el rendimiento del trabajo académico en equipo	88
---	----

José Carlos Navarro Beristain, Mario Anzures García, María Luz A. Sánchez Gálvez

Capítulo 8. Diseño de un Avatar para la interpretación de la Lengua de Señas Mexicana para expresiones de saludos	103
<i>Etelvina Archundia Sierra, Carmen Cerón Garnica, José Miguel López Aguilera, María Enedina Carmona Flores</i>	

Sección II Aplicación de la Tecnología en la Educación

Capítulo 9. Ambiente virtual de aprendizaje, videos instruccionales y videoconferencias para generar competencias en desarrollo de animaciones entre universitarios durante la pandemia	115
<i>Lotzy Beatriz Fonseca Chiu</i>	

Capítulo 10. Aplicación para apoyar en el desarrollo de la promoción a la lectura y la comprensión lectora en niños	130
<i>Ana Paola Ortega de la Barrera, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco, José Luis Carballido Carranza, Carmen Cerón Garnica</i>	

Capítulo 11. La aplicación TikTok como herramienta para la evaluación del aprendizaje en Bacteriología	144
<i>Claudy Lorena Villagrán Padilla, Alejandro César Ruiz Tagle, Alma López García, Astrid Raquel Villagrán Padilla</i>	

Capítulo 12. Análisis gráfico de datos de encuestas: un enfoque de 3D a 2D	154
<i>José Andrés Alanís Navarro, Reynaldo Alanís Cantú</i>	

Capítulo 13. Promoción de la Lectura en Ambientes Virtuales durante la pandemia. Caso Booktok en TikTok	165
<i>Renata Palomo Lara, Paola Eunice Rivera Salas</i>	

Capítulo 14. Sistema de análisis de asistencia a clases en línea	180
<i>Marco Aurelio Nuño Maganda, Jorge Arturo Hernández Almazán, Yahir Hernández Mier, Said Polanco Martagón</i>	

Capítulo 15. Conformación de ecosistemas emergentes en el aprendizaje universitario	195
<i>Angélica María Fabila Echaury, Flor de Liz Pérez Morales, Rosaura Castillo Guzmán</i>	

Capítulo 16. Gamificación: Incorporando elementos del juego en la comprensión de la evolución biológica	205
<i>Hortensia Carrillo Ruiz, Maya Carrillo Ruiz, Miriam Carrillo Ruiz, Ivonne Lima Lozano, Mijael Santiago Valerio Pacheco</i>	

Capítulo 17. Análisis de la mediación pedagógica en las TAC como estrategia didáctica en la comprensión lectora	216
<i>José Eduardo Miranda Reyes</i>	

Capítulo 18. Física y matemáticas en el aula virtual	228
<i>Mónica Guzmán Fernández, Gerardo Nicanor Ramírez Pérez, José Carlos Marín Águila, José Luis Alcántara Flores, Adolfo Escalona Buendía, Marco Antonio Mora Ramírez, Jorge Alejandro Fernández Pérez</i>	
Capítulo 19. Análisis del impacto de las TIC en la Educación Virtual ante la pandemia por COVID-19	245
<i>Alma Delia Otero Escobar</i>	
Capítulo 20. Conocimiento y aplicación del Smartphone en el proceso de enseñanza-aprendizaje	258
<i>Alejandra Margarita Boix Cruz, Pascual Bringas Marrero, Virginia del Carmen Freyre Pulido, Diana Leticia Campos Daniel, Jafet Esteban Gutiérrez Santiago</i>	
Sección III Investigación de la Tecnología Educativa	
Capítulo 21. La Flexibilidad en el acceso a plataforma, contenidos y recursos de asignaturas en línea	273
<i>Maritza del Carmen Rosas Álvarez, Araceli Tecuatl Cuautle, Concepción Gutiérrez Aguilar, Virginia Gutiérrez Aguilar, María José Martínez Rodríguez</i>	
Capítulo 22. La mirada de los docentes en tiempos de pandemia Covid-19: Comunicación responsable en aulas virtuales	290
<i>Paola Eunice Rivera Salas, Hilda Gabriela Hernández Flores, Daniela González Niño</i>	
Capítulo 23. Videos interactivos en la educación: Una revisión del estado del arte	306
<i>Sergio Esteban González Araya, Erika Yunuen Morales Mateos, María Arely López Garrido, Oscar Alberto González González</i>	
Capítulo 24. Identificaciones de patrones en características de Estilos de Enseñanza de docentes del CETIS 70	318
<i>María del Pilar Gómez Hidalgo, Erika Yunuen Morales Mateos, María Arely López Garrido</i>	
Capítulo 25. Relación entre LMS, aprendizaje autodirigido y rendimiento académico en examen departamental universitario: Modalidad presencial y en línea	326
<i>Juan Manuel Jiménez Rodríguez, María Dolores Lozano Gutiérrez, Javier Flores Méndez, César Augusto Arriaga Arriaga, Enrique Rafael García Sánchez</i>	
Capítulo 26. Sistemas Tutores Inteligentes: Una Revisión de Literatura	342
<i>Nancy Beatriz Chávez Vega, Iván Juan Carlos Pérez, Olguín</i>	

Capítulo 27. Percepción y valoración de la motivación en los alumnos universitarios con clases en línea desde el MSLQ.....	353
<i>Edgardo Ruiz Carrillo, José Luis Cruz González, Cristina Gómez Aguirre, Valeria García Corona, Elsy Valeria Lemus Amescua</i>	
Capítulo 28. Evaluación del desarrollo del liderazgo y resiliencia en estudiantes de nivel medio superior durante la educación virtual en el 2021	367
<i>Miguel Ángel Merlin Arriola</i>	
Capítulo 29. Propuesta de Modelo Educativo para el Desarrollo de Cursos Modalidad Híbrida para Educación Superior en Tiempos de COVID-19	379
<i>Angelina Briones Cerezo, María Enedina Carmona Flores, Etelvina Archundia Sierra</i>	
Índice de Autores	391
Colaboradores Expertos en Contenido	395
Editores Literarios	395

Sistemas Tutores Inteligentes: Una Revisión de Literatura

Nancy Beatriz Chávez Vega¹, Iván Juan Carlos Pérez Olguín²

¹ Av. Montes Americanos, Sector 35, 31216, Chihuahua, México.

² Manuel Díaz H. No. 518-B Zona Pronaf Condominio, 32315, Ciudad Juárez, México.

¹nchavez@utch.edu.mx, ²ivan.perez@uacj.mx

Resumen. El presente artículo tiene como objeto realizar un análisis de los sistemas tutores inteligentes (ITS) que han surgido de investigaciones previas y cuales han sido los resultados obtenidos con respecto a la aplicación en diferentes áreas de enseñanza, como lo son las ingeniería y tecnología y ciencias sociales y humanas en diferentes grados educativos. Se observa una mayor tendencia de desarrollo de sistemas tutores inteligentes para la enseñanza de las ingeniería y tecnología. La búsqueda en la literatura muestra las diferentes metodologías de inteligencia artificial (IA) aplicadas para la creación de ITS, entre las que destacan el uso de sistemas expertos, computación afectiva, ontologías, redes neuronales, entre otras técnicas.

Palabras Clave: Sistemas Tutores Inteligentes, Técnicas de Inteligencia Artificial, aplicación en las ciencias.

1 Introducción

La educación a distancia ha adquirido gran importancia a partir del 2020 debido al surgimiento de la pandemia COVID-19 en el mundo [1]–[9]. Este evento crea un cambio en las prácticas docentes y en los sistemas educativos en un nivel global.

La incorporación del e-learning [10]–[14] en los sistemas educativos y nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje, en donde el estudiante tenga la posibilidad de ir construyendo su propio conocimiento dan pauta a la permanencia del servicio de educación y permite continuar con el aprendizaje significativo en los estudiantes. Según [15]–[18] el aprendizaje es un cambio o proceso de transformación, en donde se adquiere algo nuevo (conocimiento, creencias, comportamientos, actitudes) que repercute en la experiencia del alumno y su interacción con el mundo.

Algunos investigadores plantean el uso de técnicas de inteligencia artificial [19]–[27] para el desarrollo de tutores inteligentes que ayuden a incidir en el proceso de aprendizaje de los alumnos. La inteligencia artificial ha incidido en diversos campos de aplicación [28]–[37], entre ellos el educativo. En el año de 1970, Carbonell [38], introduce el término de instrucción asistida por computadora (CAI) [39], antecediendo lo que hoy conocemos como sistemas tutores inteligentes. Según [40] un sistema tutor inteligente se define como “Un sistema de software basado en técnicas de inteligencia artificial (IA) que contiene información específica y que además puede interactuar con los usuarios transmitiendo dicha información”.

2 Arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente

A partir del mes de marzo de 2020, la crisis sanitaria a nivel mundial y declarada en En [46]–[50] se señala que la arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente está conformada por cuatro secciones: 1) conocimiento del experto, para dar cumplimiento a la estructuración del dominio en el cual estará capacitado el tutor; 2) diagnóstico del estudiante, para que se pueda deducir el conocimiento que tiene el estudiante así como su avance durante el proceso de aprendizaje; 3) conocimiento instruccional, donde se especifica la estrategia pedagógica inteligente para controlar adecuadamente las diferencias entre el experto y el estudiante y 4) la interfaz de comunicación entre el usuario y el sistema.

2.1 Módulo del Dominio de Conocimiento

El módulo [51], [52] presenta una muestra de las enseñanzas y material y crea un conjunto de problemas para cada lección. Cuando el estudiante responde el problema, determina si esta respuesta es correcta o incorrecta evaluando al estudiante. En [53] el registro del conocimiento de experto está estructurado en un conjunto de temas que representa partes de contenido atómico, y un mapa que describe la interdependencia entre temas.

2.2 Modelo del Estudiante

El modelo del estudiante [54]–[56] es la base para proporcionar la capacidad de adaptación en los sistemas de tutoría inteligente ya que es la base de datos del conocimiento del alumno. Existen dos componentes en un modelo de estudiante: una superposición del conocimiento del dominio y un catálogo de errores. La superposición del conocimiento del dominio es una copia del modelo de experiencia en el dominio en el que cada unidad de conocimiento está etiquetada con una estimación de qué tan bien ha aprendido el estudiante. El catálogo de errores es un conjunto de conceptos erróneos o reglas incorrectas, cada uno con una indicación de si el estudiante ha adquirido el concepto erróneo. PIXIE [57] es un sistema de tutoría inteligente que intenta

diagnosticar errores de los estudiantes en dominios representados por conjuntos de tareas, buenas reglas y reglas incorrectas.

2.3 Módulo Pedagógico

Conocido también como módulo del experto, tutor o módulo de enseñanza [58], contiene la infraestructura necesaria para la toma de decisiones, pasos o acciones necesarias para que el sistema se ajuste a la metodología de enseñanza acorde al modelo del alumno.

Los modelos pedagógicos [59] que puedan diagnosticar la autoeficacia del alumno podrían conducir a una pedagogía mejorada. El estado afectivo del alumno [59]–[68] mostrado por datos fisiológicos puede usarse para predecir el nivel de autoeficacia de un estudiante.

2.4 Interfaz de Usuario

A este módulo [69] también se le conoce como módulo de comunicación, y es la sección en donde se crea el proceso de interacción entre el usuario y el sistema. Puede ser de varios tipos, entre ellos destacan [27], [70]–[79] los modelos pedagógicos animados con agentes, módulos con síntesis de la voz humana, modelos con realidad virtual entre otros.

En [79] se espera en un futuro que en la interfaz de usuario el tutor hable con el estudiante con un agente que haya sintetizado el habla, las expresiones faciales y los gestos, además de la tarea normal de que la computadora muestre texto, gráficos y animación.

3 Análisis Cuantitativo de la Literatura de Sistemas Tutores Inteligentes

La revisión de literatura obtenida en el presente trabajo aborda artículos de investigación enfocados principalmente en el desarrollo de ITS de la última década, la búsqueda se realiza en bases de datos conocidas como IEEE Access, Elsevier, Springer, revistas de ciencias de la computación, libros, congresos, entre otros.

Las palabras clave para búsqueda de información fueron sistemas tutores inteligentes y técnicas de inteligencia artificial, los atributos que se contemplan para realizar el análisis cuantitativo son las metodologías utilizadas para desarrollo de ITS, áreas de aplicación de los ITS.

La pregunta de investigación que se plantea es ¿Cuál es la tendencia de aplicación de metodologías de desarrollo para ITS enfocados en el área de enseñanza de la ingeniería y tecnología y cuál para las ciencias sociales y humanas? Se utiliza el software de estadísticas Minitab para dar respuesta a esta interrogativa.

Se encontraron un total de 78 artículos, excluyendo 25 de ellos debido a que no contaban con la información necesaria para realizar el análisis correspondiente, quedando finalmente una comparativa de únicamente 53 artículos, de los cuales 11 inciden en ciencias sociales y humanas y 42 en ingeniería y tecnología.

En la Tabla 1 se muestran los datos recopilados de la revisión de la literatura en donde se presentan nueve metodologías para la creación de ITS: sistemas expertos, gamificación, ontologías, tutores basados en plataformas web, machine learning con técnicas de probabilidad, computación afectiva, redes neuronales, sistemas multiagentes y realidad virtual.

Para los ITS destinados a la enseñanza de ciencias sociales y humanas existe una tendencia de uso de sistemas expertos para su desarrollo. En la creación de ITS dedicados a la enseñanza de ingeniería y tecnología la tendencia de metodologías se direcciona a los tutores basados en plataformas Web y a la incorporación de técnicas de computación afectiva.

Tabla 1. Metodologías aplicadas a desarrollo de ITS en Ciencias Humanas y Sociales e Ingeniería y Tecnología.

Metodología/área	Ciencias Sociales y Humanas	Ingeniería y Tecnología
Sistemas expertos	3	5
Gamificación	0	3
Ontologías	0	3
Tutores basados en plataforma Web	2	13
Machine learning con técnicas de probabilidad	1	2
Computación afectiva	1	7
Redes neuronales	1	6
Sistemas multiagentes	1	2
Realidad virtual	2	1
Total	11	42

En la figura 1, se observa una gráfica de dispersión con una comparativa de cuantas investigaciones encontradas en la revisión de literatura utilizaron alguna de las nueve metodologías descritas y si el campo de aplicación fue dirigido a las ciencias sociales y humanas o al área de tecnología e ingeniería.

Para la metodología de sistemas expertos, existieron tres investigaciones enfocadas al área de ciencias sociales y humanas y cinco aplicadas a la enseñanza de ingeniería y tecnología.

En ITS desarrollados con técnicas de ontologías o gamificación no se encontraron trabajos enfocados a las ciencias sociales y humanas.

Los tutores basados en plataformas Web, tuvieron una incidencia de trece investigaciones en el campo de enseñanza de ingeniería y tecnología y dos trabajos enfocados a las ciencias sociales.

En sistemas tutores desarrollados con sistemas multiagentes o machine learning basado en técnicas probabilísticas se obtuvo la misma cantidad de trabajos para las dos áreas de aplicación, y un comportamiento inverso a la técnica de realidad virtual.

En el uso de redes neuronales y computación afectiva se presenta un comportamiento similar en la tendencia del campo de ciencias sociales y humanas y una aproximación en el área de ingeniería y tecnología.

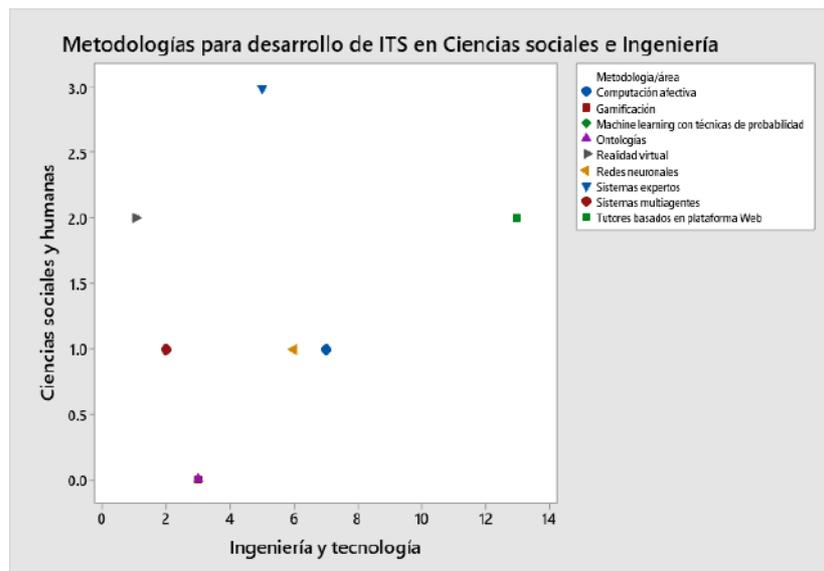


Fig. 1. Gráfica de dispersión de metodologías para desarrollo de ITS y su aplicación en las ciencias.

4 Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo, se realizó un análisis de la literatura encontrada referente a las diferentes técnicas de diseño que se han utilizado para el desarrollo de sistemas tutores inteligentes dando como resultado una comparativa de las metodologías aplicadas y cuáles son las que han tenido una mayor tendencia en el desarrollo de ITS enfocados a la enseñanza en el área de las ingeniería y tecnología y al campo de las ciencias sociales y humanas.

En un trabajo futuro, se plantea desarrollar un tutor inteligente de apoyo para dar asesorías de álgebra a los usuarios que así lo deseen de una manera remota y con adaptabilidad a los diferentes estilos de aprendizaje de cada individuo.

Referencias

1. R. Hilburg, N. Patel, S. Ambruso, M. A. Biewald, and S. S. Farouk, "Medical Education During the Coronavirus Disease-2019 Pandemic: Learning From a Distance," *Adv. Chronic Kidney Dis.*, vol. 27, no. 5, pp. 412–417, 2020, doi: 10.1053/j.ackd.2020.05.017.
2. S. L. Schneider and M. L. Council, "Distance learning in the era of COVID-19," *Arch. Dermatol. Res.*, no. 0123456789, pp. 3–4, 2020, doi: 10.1007/s00403-020-02088-9.
3. E. Bravo and C. Magis, "La respuesta mundial a la epidemia del COVID-19: los primeros tres meses," *Boletín sobre COVID-19, Salud Pública y Epidemiol.*, vol. 1, no. 1, pp. 3–8, 2020.
4. K. Cicha, M. Rizun, P. Rutecka, and A. Strzelecki, "Covid-19 and higher education: First-year students' expectations toward distance learning," *Sustain.*, vol. 13, no. 4, pp. 1–20, 2021, doi: 10.3390/su13041889.
5. M. T. Hebecci, Y. Bertiz, and S. Alan, "Investigation of Views of Students and Teachers on Distance Education Practices during the Coronavirus (COVID-19) Pandemic," *Int. J. Technol. Educ. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 267–282, 2020, doi: 10.46328/ijtes.v4i4.113.
6. S. J. Daniel, "Education and the COVID-19 pandemic," *Prospects*, vol. 49, no. 1–2, pp. 91–96, 2020, doi: 10.1007/s11125-020-09464-3.
7. N. Karasel Ayda, M. Bastas, F. Altinay, Z. Altinay, and G. Dagli, "Distance Education for Students with Special Needs in Primary Schools in the Period of CoVid-19 Epidemic," *Propósitos y Represent.*, vol. 8, no. 3, 2020, doi: 10.20511/pyr2020.v8n3.587.
8. M. Wotto, "The Future High Education Distance Learning in Canada, the United States, and France: Insights From Before COVID-19 Secondary Data Analysis," *J. Educ. Technol. Syst.*, vol. 49, no. 2, pp. 262–281, 2020, doi: 10.1177/0047239520940624.
9. V. Sathishkumar, R. Radha, A. Saravanakumar, and K. Mahalakshmi, "E-Learning during Lockdown of Covid-19 Pandemic: A Global Perspective," *Int. J. Control Autom.*, vol. 13, no. June, pp. 1088–1099, 2020.
10. A. Koohang, L. Riley, T. J. Smith, and J. Schreurs, "E-Learning and Constructivism: From Theory to Application," *Interdiscip. J. e-Skills Lifelong Learn.*, vol. 5, pp. 091–109, 2009, doi: 10.28945/66.
11. L. K. P. D. Gunawardhana, "Review of E-Learning as a Platform for Distance Learning in Sri Lanka," *Educ. Q. Rev.*, vol. 3, no. 2, 2020, doi: 10.31014/aior.1993.03.02.126.

12. F. A. Azhari, N. N. Jasmi, M. S. A. Wahab, S. M. Jofry, K. S. Lee, and L. C. Ming, "Students' perceptions about social constructivist learning environment in e-learning," *Indian J. Pharm. Educ. Res.*, vol. 54, no. 2, pp. 271–278, 2020, doi: 10.5530/ijper.54.2.31.
13. J. Y. Ahn and A. Edwin, "An e-learning model for teaching mathematics on an open source learning platform," *Int. Rev. Res. Open Distance Learn.*, vol. 19, no. 5, pp. 256–267, 2018, doi: 10.19173/irrodl.v19i5.3733.
14. M. Janelli, "E-learning in theory, practice, and research," *Vopr. Obraz.*, vol. 2018, no. 4, 2018, doi: 10.17323/1814-9545-2018-4-81-98.
15. "How Learning Works: Seven Research-Based Principles for Smart Teaching - Susan A. Ambrose, Michael W. Bridges, Michele DiPietro, Marsha C. Lovett, Marie K. Norman - Google Libros." [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=6nGaDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&dq=How+Learning+Works:+Seven+Research-Based+Principles+for+Smart+Teaching%22+de+Susan+Ambrose&ots=KhWQT1SrO0&sig=CSutoQKkr2ay33IXKQh-CxMcuzs&redir_esc=y#v=onepage&q=How Learning Works%3A Seven Research-Based Principles for Smart Teaching%22 de Susan Ambrose&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=6nGaDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&dq=How+Learning+Works:+Seven+Research-Based+Principles+for+Smart+Teaching%22+de+Susan+Ambrose&ots=KhWQT1SrO0&sig=CSutoQKkr2ay33IXKQh-CxMcuzs&redir_esc=y#v=onepage&q=How+Learning+Works%3A+Seven+Research-Based+Principles+for+Smart+Teaching%22+de+Susan+Ambrose&f=false) (accessed May 29, 2021).
16. J. De Houwer, D. Barnes-Holmes, and A. Moors, "Whats is learning? On the nature and merits of functional definition of learning." pp. 631–642, 2013, doi: 10.3758/s13423-013-0386-3.
17. "Aprendizaje e Instrucción - Richard E. Mayer - Google Libros." [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=REyUBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=richard+e+mayer&ots=sg-ne_bLHn&sig=u_J8zrh_10XGvIJOUFOKMZ_2enU&redir_esc=y#v=onepage&q=richard e mayer&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=REyUBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=richard+e+mayer&ots=sg-ne_bLHn&sig=u_J8zrh_10XGvIJOUFOKMZ_2enU&redir_esc=y#v=onepage&q=richard+e+mayer&f=false) (accessed May 29, 2021).
18. M. Rivas Navarro, *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. 2008.
19. M. Sistema, T. Inteligente, P. El, H. En, L. A. Solución, and D. E. P. Matemáticos, "Mentor : sistema tutorial inteligente para el desarrollo de habilidades en la solución de problemas matemáticos . 1," vol. 7, pp. 235–246, 2007.
20. S. Spaulding, G. Gordon, and C. Breazeal, "Affect-aware student models for robot tutors," *Proc. Int. Jt. Conf. Auton. Agents Multiagent Syst. AAMAS*, pp. 864–872, 2016.
21. H. A. Al Rekhawi, "Android Applications Development Intelligent Tutoring System," *Int. J. Acad. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 5, pp. 33–58, 2020, [Online]. Available: www.ijeais.org/ijaisr.
22. V. Aleven et al., "Integrating MOOCs and Intelligent Tutoring Systems: edX, GIFT, and CTAT." *Proceedings of the 5th Annual GIFT users symposium*, pp. 11–19, 2017.
23. M. Chang, G. D'Aniello, M. Gaeta, F. Orciuoli, D. Sampson, and C. Simonelli, "Building Ontology-Driven Tutoring Models for Intelligent Tutoring Systems Using Data Mining," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 48151–48162, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2979281.
24. H. M. Sh Bakeer and S. S. Abu-Naser, "An Intelligent Tutoring System for Learning TOEFL," *Int. J. Acad. Pedagog. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 9–15, 2018, [Online]. Available: www.ijeais.org/ijapr.
25. A. Karaci, H. Ibrahim, G. Bilgici, and N. Arici, "Effects of Web-based Intelligent Tutoring Systems on Academic Achievement and Retention," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 181, no. 16, pp. 35–41, 2018, doi: 10.5120/ijca2018917806.
26. G. J. Hwang, "A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems," *Comput. Educ.*, vol. 40, no. 3, pp. 217–235, 2003, doi: 10.1016/S0360-1315(02)00121-5.

27. M. A. D. Kusumaningrum and D. R. Pertiwi, "an Intelligent Tutoring System for Learning Listening ToEIC," *J. Berdaya Mandiri*, vol. 3, no. 1, pp. 456–467, 2021, doi: 10.31316/jbm.v3i1.1336.
28. "Artificial Intelligence and Inclusive Education: Speculative Futures and ... - Google Libros."
https://books.google.com.mx/books?id=IWydDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=artificial+intelligence+fields+and+education&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=artificial+intelligence+fields+and+education&f=false (accessed May 29, 2021).
29. K. Jha, A. Doshi, P. Patel, and M. Shah, "A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence," *Artif. Intell. Agric.*, vol. 2, pp. 1–12, 2019, doi: 10.1016/j.aiaa.2019.05.004.
30. D. A. Hashimoto, E. Witkowski, L. Gao, O. Meireles, and G. Rosman, "Artificial intelligence in anesthesiology: Current techniques, clinical applications, and limitations," *Anesthesiology*, no. 2, pp. 379–394, 2020, doi: 10.1097/ALN.0000000000002960.
31. D. Hassabis, D. Kumaran, C. Summerfield, and M. Botvinick, "Neuroscience-Inspired Artificial Intelligence," *Neuron*, vol. 95, no. 2, pp. 245–258, 2017, doi: 10.1016/j.neuron.2017.06.011.
32. A. Tang et al., "Canadian Association of Radiologists White Paper on Artificial Intelligence in Radiology," *Can. Assoc. Radiol. J.*, vol. 69, no. 2, pp. 120–135, 2018, doi: 10.1016/j.carj.2018.02.002.
33. D. S. W. Ting et al., "Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology," *Br. J. Ophthalmol.*, vol. 103, no. 2, pp. 167–175, 2019, doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-313173.
34. I. M. Cockburn, R. Henderson, S. Stern, and H. Professor, "The Impact of Artificial Intelligence on Innovation: An Exploratory Analysis," *Econ. Artif. Intell.*, pp. 115–14, 2019.
35. H. Salehi and R. Burgueño, "Emerging artificial intelligence methods in structural engineering," *Eng. Struct.*, vol. 171, no. November 2017, pp. 170–189, 2018, doi: 10.1016/j.engstruct.2018.05.084.
36. T. Miller, "Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences," *Artif. Intell.*, vol. 267, no. July, pp. 1–38, 2019, doi: 10.1016/j.artint.2018.07.007.
37. Y. Zhao, T. Li, X. Zhang, and C. Zhang, "Artificial intelligence-based fault detection and diagnosis methods for building energy systems: Advantages, challenges and the future," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 109, no. April, pp. 85–101, 2019, doi: 10.1016/j.rser.2019.04.021.
38. J. R. Carbonell, "AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction," *NASSP Bull.*, vol. 11, pp. 190–202, 1970, doi: 10.1177/019263657005434305.
39. E. C. Thompson, "Computer-assisted instruction in curricula of physical therapist assistants," *Phys. Ther.*, vol. 67, no. 8, pp. 1237–1239, 1987, doi: 10.1093/ptj/67.8.1237.
40. K. VanLehn, "Student modeling. In M. Polson & J. Richardson (Eds.)," *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. Hillsdale, NJ: Erlbaum., pp. 55–78, 1988, [Online]. Available: <http://www.public.asu.edu/~kvanlehn/NotStringent/PDF/88StudentModeling.pdf>.
41. B. B. Morrison and B. DiSalvo, "Khan Academy gamifies computer science," *SIGCSE 2014 - Proc. 45th ACM Tech. Symp. Comput. Sci. Educ.*, pp. 39–44, 2014, doi: 10.1145/2538862.2538946.
42. "The Gamification Revolution: How Leaders Leverage Game Mechanics to Crush ... - Gabe Zichermann, Joselin Linder - Google Libros."
https://books.google.com.mx/books?id=CV0rUvnyrkwC&printsec=frontcover&dq=gamification&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=gamification&f=false (accessed May 29, 2021).

43. Joseph C. Giarratano dan Gary Riley, "Expert Systems, Principles and Programming. Course Technology," vol. 27, no. 3, pp. 585–586, 2005.
44. "An Introduction to MultiAgent Systems - Michael Wooldridge - Google Libros." https://books.google.com.mx/books?id=X3ZQ7yeDn2IC&printsec=frontcover&dq=multi+agent+systems&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=multi+agent+systems&f=false (accessed May 29, 2021).
45. N. Guarino, D. Oberle, and S. Staab, "What Is an Ontology?," in *Handbook on Ontologies*, Springer Berlin Heidelberg, 2009, pp. 1–17.
46. R. A. Khella and S. S. Abu Naser, "An intelligent tutoring system for teaching French," *Int. J. Acad. Multidiscip. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 9–13, 2018, doi: 10.1007/3-540-68716-5_57.
47. I. Padayachee, "Intelligent tutoring systems: Architecture and characteristics," *Inf. Syst. Technol.*, pp. 1–8, 2002, [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/1-Intelligent-Tutoring-Systems-%3A-Architecture-and-Padayachee/6adf09e8f7f5b45ea1b4875236fb496f589eba13>.
48. F. Ovares Barquero, "Conceptos básicos de Tutores inteligentes." *Uniciencia*, Heredia, Costa Rica, pp. 53–62, 1994, [Online]. Available: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5465>.
49. R. Freedman, S. S. Ali, and S. McRoy, "What is an Intelligent Tutoring System?," *Fuzzy Control Ind. Syst.*, pp. 14–16, 2000, doi: 10.1007/978-1-4757-2813-2_1.
50. J. Bordeau, "Advances in Intelligent Tutoring Systems - Google Libros." https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=Z90d-xsOAUEC&oi=fnd&pg=PR2&dq=intelligent+tutoring+system+brown+definition&ots=PoKwRj3V6E&sig=W8B2JbFoiE1OhvbbBVXA_BRTj_8&redir_esc=y#v=onepage&q=intelligent+tutoring+system+brown+definition&f=false (accessed May 30, 2021).
51. M. A. Ghali, A. A. Ayyad, S. S. Abu-Naser, and M. A. Laban, "An Intelligent Tutoring System for Teaching English Grammar," *Int. J. Acad. Eng. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2018, [Online]. Available: www.ijeais.org/ijaer.
52. L. Hatzilygeroudis and J. Prentzas, "Knowledge representation requirements for intelligent tutoring systems," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 3220, pp. 87–97, 2004, doi: 10.1007/978-3-540-30139-4_9.
53. "Enterprise Information Systems III - Google Libros." https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=AvtECIDmY3cC&oi=fnd&pg=PA146&dq=KNOWLEDGE+MODEL+intelligent+TUTORING+SYSTEMS&ots=wwO7nHK7uw&sig=AF-UAIEh8MW0v4JdXsaJ2d7YNFU&redir_esc=y#v=onepage&q=KNOWLEDGE+MODEL+intelligent+TUTORING+SYSTEMS&f=false (accessed May 30, 2021).
54. A. Kumar and N. J. Ahuja, "An adaptive framework of learner model using learner characteristics for intelligent tutoring systems," in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2020, vol. 989, pp. 425–433, doi: 10.1007/978-981-13-8618-3_45.
55. A. T. Corbett, K. R. Koedinger, and J. R. Anderson, "Intelligent tutoring systems (Chapter 37)," *Handb. Human-Computer Interact.* 2nd Ed., 1997.
56. "Design Recommendations for Intelligent Tutoring Systems: Volume 1 - Learner ... - Google Libros." https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=2leEBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA227&dq=intelligent+tutoring+systems+student+modelling&ots=son26wjgBV&sig=dcHj9kL097Z8JlpyBle186fVYQw&redir_esc=y#v=onepage&q=intelligent+tutoring+systems+student+modelling&f=false (accessed May 29, 2021).

57. J. L. Moore and D. Sleeman, "Enhancing PIXIE's tutoring capabilities," *Int. J. Man. Mach. Stud.*, vol. 28, no. 6, pp. 605–623, 1988, doi: 10.1016/S0020-7373(88)80063-4.
58. I. Roll, R. S. Baker, V. Aleven, and K. R. Koedinger, "What goals do students have when choosing the actions they perform?," *Sixth Int. Conf. Cogn. Model.*, no. July, pp. 380–381, 2004, [Online]. Available: [syncii://Roll 2004 Sixth Inte.pdf](http://syncii://Roll%202004%20Sixth%20Inte.pdf).
59. S. W. McQuiggan, B. W. Mott, and J. C. Lester, "Modeling self-efficacy in intelligent tutoring systems: An inductive approach," *User Model. User-adapt. Interact.*, vol. 18, no. 1–2, pp. 81–123, 2008, doi: 10.1007/s11257-007-9040-y.
60. M. C. V. Lagud and M. M. T. Rodrigo, "The affective and learning profiles of students using an intelligent tutoring system for Algebra," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 6094 LNCS, no. PART 1, pp. 255–263, 2010, doi: 10.1007/978-3-642-13388-6_30.
61. S. Petrovica, A. Anohina-Naumecca, and H. K. Ekenel, "Emotion Recognition in Affective Tutoring Systems: Collection of Ground-truth Data," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 104, no. December 2016, pp. 437–444, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2017.01.157.
62. B. Lehman, M. Matthews, S. D'Mello, and N. Person, "What are you feeling? Investigating student affective states during expert human tutoring sessions," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5091 LNCS, pp. 50–59, 2008, doi: 10.1007/978-3-540-69132-7_10.
63. S. D'Mello and A. Graesser, "Dynamics of affective states during complex learning," *Learn. Instr.*, vol. 22, no. 2, pp. 145–157, 2012, doi: 10.1016/j.learninstruc.2011.10.001.
64. A. Sarrafzadeh, S. Alexander, F. Dadgostar, C. Fan, and A. Bigdeli, "How do you know that I don't understand? A look at the future of intelligent tutoring systems," *Comput. Human Behav.*, vol. 24, no. 4, pp. 1342–1363, 2008, doi: 10.1016/j.chb.2007.07.008.
65. X. Mao and Z. Li, "Agent based affective tutoring systems: A pilot study," *Comput. Educ.*, vol. 55, no. 1, pp. 202–208, 2010, doi: 10.1016/j.compedu.2010.01.005.
66. M. Mohammad Bagheri, "Intelligent and Adaptive Tutoring Systems: How to Integrate Learners," *Int. J. Educ.*, vol. 7, no. 2, p. 1, 2015, doi: 10.5296/ije.v7i2.7079.
67. M. Ben Ammar, M. Neji, A. M. Alimi, and G. Gouardères, "The Affective Tutoring System," *Expert Syst. Appl.*, vol. 37, no. 4, pp. 3013–3023, 2010, doi: 10.1016/j.eswa.2009.09.031.
68. M. Rodrigo et al., "The effects of an embodied conversational agent on student affective dynamics while using an intelligent tutoring system," *IEEE Trans. Affect. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 224–236, 2012, [Online]. Available: <http://curry.ateneo.net/~didith/2010EffectsOfAnECA.pdf>.
69. A. Almasri and A. Ahmed, "Intelligent Tutoring Systems Survey for the Period 2000- 2018," *Int. J. Acad. Eng. Res.*, vol. 3, no. 5, pp. 21–37, 2019, [Online]. Available: <http://dstore.alazhar.edu.ps/xmlui/handle/123456789/456>.
70. J. Rickel and W. L. Johnson, "Intelligent Tutoring in Virtual Reality: A Preliminary Report," *World Conf. AI Educ.*, no. August, pp. 294–301, 1997.
71. D. J. Litman and S. Silliman, "IT-SPOKE: An Intelligent Tutoring Spoken Dialogue System," *Proc. Hum. Lang. Technol. Conf. 4th Meet. North Am. Chapter Assoc. Comput. Linguist.*, pp. 233–236, 2004, [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1614027>.
72. B. Sottilare, "Using Augmented Reality to Tutor Military Tasks in the Wild Using Augmented Reality to Tutor Military Tasks in the Wild," no. January, pp. 1–10, 2016.
73. R. Imbert, L. Sánchez, A. De Antonio, G. Méndez, and J. Ramírez, "A multiagent extension for virtual reality based intelligent tutoring systems," *Proc. - 7th IEEE Int. Conf. Adv. Learn. Technol. ICALT 2007*, no. Icalt, pp. 82–84, 2007, doi: 10.1109/ICALT.2007.23.

74. R. S. J. D. Baker et al., "Adapting to when students game an intelligent tutoring system," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 4053 LNCS, pp. 392–401, 2006, doi: 10.1007/11774303_39.
75. C. Elliott and J. C. Lester, "Integrating a ective computing into animated tutoring agents," *Architecture*, pp. 1–12, 1997.
76. K. Forbes-Riley, D. Litman, S. Silliman, and J. Tetrault, "Comparing synthesized versus pre-recorded tutor speech in an intelligent tutoring spoken dialogue system," *FLAIRS 2006 - Proc. Ninet. Int. Florida Artif. Intell. Res. Soc. Conf.*, vol. 2006, pp. 509–514, 2006.
77. X. He, "A web-based intelligent tutoring system for english dictation," *2009 Int. Conf. Artif. Intell. Comput. Intell. AICI 2009*, vol. 4, pp. 583–586, 2009, doi: 10.1109/AICI.2009.37.
78. V. Rus, S. D'Mello, X. Hu, and A. C. Graesser, "Recent advances in conversational intelligent tutoring systems," *AI Mag.*, vol. 34, no. 3, pp. 42–54, 2013, doi: 10.1609/aimag.v34i3.2485.
79. A. C. Graesser, K. VanLehn, C. P. Rosé, P. W. Jordan, and D. Harter, "Intelligent tutoring systems with conversational dialogue," *AI Mag.*, vol. 22, no. 4, pp. 39–51, 2001.