

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MILPA ALTA 15 años de excelencia, logros, contribuciones y transformación de vida

Coordinadores.

Fátima Yaraset Mendoza Montero.

Arturo González Torres.

Adán Valles Chávez.

Aniversario

TecNM

15

Fátima Yaraset Mendoza Montero

Arturo González Torres

Vianey Rios Romero

Claudia Rodríguez Lara

Sandra Yarely Rojas García

Héctor Torres Ríos

Jesús Yair Rojas Reyes

Francesco García Luna

Manuel Nandayapa

Iscander Armando Ramírez Castañeda

José Omar Saldivar Correa

Iván Martínez Mendoza

Ulises Martínez Contreras

Jaime Sánchez Leal

María Luisa López Roa

Rigoberto Reyes Valenzuela

Iván Guadalupe Polanco Valenzuela

María Luisa Pereira Hernández

Virginia Mirella Zatarain Avedaño

A-E-W-A

ASOCIACIÓN CIENTÍFICA PARA LA EVALUACIÓN Y
MEDICIÓN DE LOS VALORES HUMANOS

Cenid[®]

e

Editorial Cenid

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Milpa Alta: 15 años de excelencia académica, logros, contribuciones y transformación de vidas

ISBN México (CENID): 978-607-8830-31-2

ISBN España (AEVA): 978-84-09-56175-9

Primera edición, 2023 Todos los derechos reservados.

© 2023, coordinadores. Fátima Yaraset Mendoza Montero, Arturo González Torres, Adán Valles Chávez.

© 2023, autores. Fátima Yaraset Mendoza Montero, Arturo González Torres, Vianey Ríos Romero, Claudia Carolina Lacruhy Enríquez, Claudia Rodríguez Lara, Sandra Yarely Rojas García, Héctor Torres Ríos, Jesús Yair Lara Reyes, Francesco García Luna, Manuel Nandayapa, Iscander Armando Ramírez Castañeda, José Omar Saldívar Correa, Iván Martínez Mendoza, Ulises Martínez Contreras, Jaime Sánchez Leal, María Luisa López Roa, Rigoberto Reyes Valenzuela, Iván Guadalupe Polanco Valenzuela, María Luisa Pereira Hernández, Virginia Mirella Zatarain Avendaño.

Los conceptos expresados en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores. Esta obra cumple con el requisito de evaluación por dos pares de expertos.

Edición y diagramación: Salvador Tinoco.

Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. CENID AC es miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana Socio #3758.

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra mediante algún método sea electrónico o mecánico (INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, la grabación o cualquier sistema de recuperación o almacenamiento de información), sin el consentimiento por escrito del editor.

Indexación de datos

Bases de datos en las que Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente CENID A.C. está indexada: Dialnet (Universidad de la Rioja).

© 2023 Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. CENID AC Pompeya # 2705. Colonia Providencia C.P. 44670 Guadalajara, Jalisco. México Teléfono: 01 (33) 1061 8187 Registro Definitivo Reniecyt No.1700205 a cargo de Conacyt.

© 2023 Editorial de la Asociación Científica para la Evaluación y Medición de los Valores Humanos c/ de les cases sert nº 11, C.P. 08193, Bellaterra – Cerdanyola del Vallés (Barcelona).

CENID y su símbolo identificador son una marca comercial registrada.

Impreso en México / Printed in México

Si desea publicar un libro o un artículo de investigación contáctenos.

www.cenid.org

redesdeproduccioncenid@cenid.org



Índice

Historia del Instituto Tecnológico de Milpa Alta	5
Reseña	7
Impacto de la implementación de un ambiente virtual de aprendizaje. Caso de estudio: asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial <i>Arturo González Torres, Fátima Yaraset Mendoza Montero</i> <i>Vianey Ríos Romero</i>	9
Intervención socioemocional en rasgos de ansiedad: efectos de las nuevas tecnologías en la educación superior <i>Claudia Rodríguez Lara, Sandra Yarely Rojas García</i> <i>Héctor Torres Ríos</i>	30
Implementación de un sistema de administración en una institución de educación superior federal <i>Iscander Armando Ramírez Castañeda, Arturo González Torres</i> <i>José Omar Saldivar Correa</i>	48
Turismo sostenible en la Agenda 2030. Revisión sistemática de literatura <i>Claudia Carolina Lacruhy Enríquez,</i> <i>Arturo González Torres</i>	69
Optimización de procesos industriales empleando la superficie de respuesta dual con variables de ruido cualitativas <i>Iván Martínez Mendoza, Ulises Martínez Contreras</i> <i>Jaime Sánchez Leal</i>	84
Metodología para evasión de obstáculos basada en imágenes de profundidad para un VANT <i>Jesús Yair Lara Reyes, Francesco García Luna</i> <i>Manuel Nandayapa</i>	99

Políticas públicas ambientales del siglo XXI	120
<i>María Luisa López Roa, Rigoberto Reyes Valenzuela Iván Guadalupe Polanco Valenzuela</i>	
Cuerpos académicos de los profesionales de la educación: un estudio descriptivo de la investigación	139
<i>María Luisa Pereira Hernández, Virginia Mirella Zatarain Avendaño Arturo González Torres</i>	
Curriculums Autores	157

Historia del Instituto Tecnológico de Milpa Alta

Ante la alta demanda de educación superior en la Ciudad de México y a fin de dar cumplimiento a los compromisos del Gobierno Federal en materia de ampliación en cobertura con equidad y calidad plasmados en el Programa Sectorial de Educación 2007-2012, el 8 de septiembre de 2008, la entonces Dirección General de Educación Tecnológica Tecnológicos Federales en la Ciudad de México, siendo el Instituto Tecnológico de Milpa Alta el primero en la CDMX, ubicado en el pueblo de San Salvador Cuauhtenco, uno de los 12 pueblos de la Alcaldía de Milpa Alta.

El Instituto Tecnológico de Milpa Alta inició con las Ingenierías en: Industrias Alimentarias, Bioquímica y Sistemas Computacionales con una matrícula de 412 alumnos, provenientes de las antes Delegaciones ahora Alcaldías: Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta y para el año 2009 se apertura la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial. Como instituto nuestra misión es ofrecer servicios de educación superior tecnológica de calidad, con cobertura nacional, pertinente y equitativa, que coadyuve a la conformación de una sociedad justa y humana; con la visión de ser uno de los pilares fundamentales del desarrollo sostenido, sustentable y equitativo de la nación.

Cabe destacar que el ITMA a lo largo de estos 15 años de excelencia, celebrando historia con una gran trayectoria, se ha logrado posicionar en el ámbito académico y social, en el que refrenda su compromiso en formar profesionistas competitivos en ciencia, tecnología y en otras áreas del conocimiento desde un enfoque humanístico a nuestro país.

Actualmente se destaca que a partir del 1ro de diciembre 2022, la Maestra en Derecho Fiscal, Fátima Yaraset Mendoza Montero, siendo la primera mujer directora de este instituto, bajo el liderazgo del Dr. Ramón Jiménez López, Director General del Tecnológico Nacional de México. En la que para esta administración se tiene el firme compromiso de velar por el bienestar de los intereses de la comunidad estudiantil, comunidad docente y no docente, así como generar un gran impacto positivo en nuestra región en el que se contribuya con el desarrollo de la sociedad, a través de la gestión tecnológica y vinculación se busca estrechar alianzas con pobladores y las PYMES en los distintos sectores sociales y económicos de la región donde nuestros estudiantes y docentes apliquen los conocimientos y competencias adquiridas en la solución de problemas reales que impacten en desarrollo del entorno.

Como institución de educación superior tecnológica, debemos garantizar el derecho a la educación superior en las mejores condiciones posibles, en donde día a día en materia de infraestructura se van adecuando espacios para tener en óptimas condiciones laboratorios de alta tecnología donde se desarrolle el proceso de enseñanza-aprendizaje con innovación.

Cabe señalar y reconocer que en materia de infraestructura se ha ido mejorando, en el XV aniversario la Directora Fátima Yaraset acompañada del Secretario de Planeación, Evaluación y Desarrollo Institucional, Jorge Santos Valencia en representación de nuestro Director General Ramón Jiménez López, inauguró 1 Auditorio, 2 laboratorios de cómputo, 1 laboratorio de Ingeniería en Industrias Alimentarias y 1 Aula Maker; además que ha gestionado equipamiento para las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería Bioquímica e Ingeniería en Industrias Alimentarias en beneficio a la comunidad estudiantil.

Por otra parte, una de las prioridades del Gobierno Federal, es impulsar la autosuficiencia alimentaria, para el desarrollo social, el crecimiento económico y que mejor desde lo local para aportar al crecimiento nacional, multiplicando la capacidad productiva de nuestra región.

Para nuestra comunidad tecnológica es fundamental trabajar de manera colaborativa y participativa como una misma unidad, en el que denote el crecimiento profesional para la comunidad estudiantil, académica, así como para el desarrollo comunitario donde se rescate los usos, costumbres y valores mediante la formación integral.

Es por ello que se contribuye en los Ejes Estratégicos para el Desarrollo de la Nación, desde lo práctico como en la divulgación científica, siendo un logro para la revista IPSUMTEC, que se deriva del (IPSUM del latín ingeniería y TEC distintivo) misma que es una revista de publicación continua de corte semestral editada por el TECNМ campus Milpa Alta que busca ofrecer mediante la divulgación de trabajos de investigación científica información relevante sobre tecnología y ciencia. La revista IPSUMTEC cuenta con más de 24 reconocimientos a nivel internacional, la distribución de IPSUMTEC es nacional e internacional y cuenta con la participación de nuestros docentes, investigadores de otros tecnológicos del TecNM, así como de diversos países en la publicación de artículos.

Actualmente el Instituto Tecnológico de Milpa Alta sigue impulsando el desarrollo y consolidación de cuerpos académico hacia la calidad del servicio educativo y respeto del medio ambiente, a través de los sistemas de gestión de calidad colocándolos a la vanguardia en educación superior.

Este libro consta de ocho capítulos multidisciplinarios que tratan varios temas relacionados a investigaciones llevadas a cabo en diferentes planteles del sistema Tecnológico Nacional de México (TecNM). Se hace una breve descripción de cada capítulo de lo más relevante.

En el primer capítulo titulado “Impacto de la Implementación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje, caso de estudio: Asignatura de Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial” se lleva a cabo un estudio para conocer el impacto de la implementación de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) en la asignatura de calidad aplicada a la gestión empresarial que se imparten en el Instituto Tecnológico de Milpa Alta (ITMA) la cual ha sufrido diversos cambios debido al entorno social, cultural, ambiental y tecnológico; es por ello que, la institución está en una constante actualización para ofrecer un servicio educativo de calidad, implementando estrategias metodológicas como: videos educativos, simulaciones virtuales, evaluaciones en línea, presentaciones virtuales etc., para el aprovechamiento de los estudiantes.

En el segundo capítulo denominado “Turismo sostenible en la Agenda 2030. Revisión sistemática de Literatura” En el cual en la Agenda 2030 promueve un turismo sostenible con la capacidad de generar crecimiento y desarrollo económico en las comunidades residentes, creando nuevos modelos de negocios sostenibles e inclusivos en entornos urbanos y rurales. El objetivo de la investigación fue analizar estudios sobre el turismo sostenible en la Agenda 2030. La investigación documental se realizó por medio de una revisión sistemática de literatura, para el metaanálisis en la base de datos de Mendeley.

En el tercer capítulo titulado “Intervención Socioemocional en Rasgos de Ansiedad: Efectos de las Nuevas Tecnologías en la Educación Superior” en el cual es un trabajo que tiene como objetivo, diseñar una propuesta de intervención socioemocional para la atención de los rasgos de ansiedad como efecto de las nuevas tecnologías, exacerbadas por la educación a distancia, en estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional [UPN] Unidad 181 Tepic. Como métodos, se utilizaron la revisión bibliográfica sistemática y la investigación descriptiva, haciendo énfasis en el diseño de propuesta de intervención.

En el cuarto capítulo titulado “Metodología para Evasión de Obstáculos Basada en Imágenes de Profundidad para un VANT” se basa cuando un robot móvil se desplaza en un entorno no estructurado, es crucial asegurar un movimiento seguro tanto para el robot como para los seres vivos presentes en dicho entorno. Por ende, resulta esencial identificar y evadir obstáculos de manera efectiva. Esta investigación presenta una metodología basada en imágenes de profundidad utilizando un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) para la evasión de obstáculos.

En el quinto capítulo titulado “Implementación de un sistema de administración en una institución de educación superior federal.” se basa en la implementación del proyecto de mejora denominado Sistema de Administración SISAD, para el mejor manejo de la información relacionada con diversos procedimientos académicos y administrativos. En dicha plataforma, se integran los módulos para la elaboración del Programa de Trabajo Anual (PTA), Programa Operativo Anual (POA),

Subpresupuestos, Estructura Educativa, Requisiciones, Viáticos, Seguimiento de Indicadores PTA, Evaluación Programática Presupuestal (EPP), Adecuaciones Presupuestales y Reportes.

Este sistema es instalado en el Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación (DPPP) del Instituto Tecnológico de Torreón, perteneciente al Tecnológico Nacional de México (TecNM)

En el sexto capítulo nombrado “Optimización de procesos industriales empleando la superficie de respuesta dual, con variables de ruido cualitativas” lleva a cabo un estudio de la metodología de superficie de respuesta dual conocida por sus siglas MSRDR la cual ha sido a través de los años un aliado de la calidad en la optimización de procesos industriales de todo tipo, creciendo significativamente en los últimos veinte años su aplicación, sin embargo, posee una limitante significativa, el no poder incluir factores de ruido cualitativos en las variables de ruido o no.

En el séptimo artículo denominado “Políticas Públicas Ambientales del Siglo XXI” analiza las políticas públicas ambientales en el contexto de los desafíos medioambientales del siglo XXI. En el cual se destaca la interconexión entre estos desafíos, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la gestión sostenible de recursos naturales, lo que subraya la importancia de enfoques multidisciplinarios para abordarlos de manera efectiva. La cooperación global se presenta como un requisito fundamental para enfrentar problemas medioambientales que trascienden las fronteras nacionales, ejemplificada en acuerdos internacionales como el Acuerdo de París

En el octavo capítulo titulado “Cuerpos Académicos de los profesionales de la Educación: Un estudio descriptivo de la investigación” en el cual el propósito de este trabajo consiste en analizar el estado que guardan las investigaciones realizadas sobre los Cuerpos Académicos (CA) de los profesionales de la educación en los últimos diez años. Es de tipo cualitativo y se hace uso de la técnica de análisis documental. En el cuerpo del trabajo se realiza una descripción de las características metodológicas, así como de los aspectos centrales de ubicación y validación de los estudios, se rescatan también las teorías dominantes, y los aportes de los documentos revisados.

Impacto de la implementación de un ambiente virtual de aprendizaje. Caso de estudio: asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial

Impact of the Implementation of a Virtual Learning Environment in the subject of Innovation projects, case study: Engineering in Business Management

Arturo González Torres

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Milpa Alta, México
cann.azteca13@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3337-7600>

Fátima Yaraset Mendoza Montero

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Milpa Alta, México
fatmendez71@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0240-5434>

Vianey Ríos Romero

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Milpa Alta, México
vianey_rios@itmilpaalta.edu.mx
<http://orcid.org/0000-0002-5328-5586>

Resumen

La enseñanza de las asignaturas que se imparten en el Instituto Tecnológico de Milpa Alta (ITMA) ha ido sufriendo diversas modificaciones para ajustarse a la transformación del entorno sociocultural, ambiental y tecnológico. Esto ha generado que la referida institución deba actualizarse constantemente para ofrecer un servicio educativo de calidad en el cual se implementen estrategias metodológicas contemporáneas, como videos educativos, simulaciones virtuales, evaluaciones en línea, presentaciones virtuales etc., con el fin de estimular la motivación del estudiante. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue conocer el impacto de la implementación de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) en la asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial. Para ello, el trabajo se desarrolló en cuatro fases: en la primera (denominada *diagnóstico*) se determinaron las herramientas tecnológicas más usadas por los estudiantes; en la segunda (llamada *diseño*) se elaboró el esbozo curricular y la planeación estratégica según los lineamientos curriculares y los estándares de competencias establecidos por el Tecnológico Nacional de México (TecNM); en la tercera fase (denominada *aplicación*) se incorporó el AVA sustentado en el modelo pedagógico constructivista; por último, en la cuarta (denominada *evaluación*) se estimó el impacto que tuvo el proyecto en los estudiantes y en las competencias adquiridas. Los resultados de esta investigación evidencian que un AVA fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje para la asignatura Calidad Aplicada en la Gestión Empresarial.

Palabras claves: enseñanza, aprendizaje, ambientes virtuales de aprendizaje.

Abstract

The teaching of the subjects taught at the Instituto Tecnológico de Milpa Alta (ITMA) has undergone several changes due to the social, cultural, environmental and technological environment; that is why the institution is constantly updating to offer a quality educational service, implementing methodological strategies such as: educational videos, virtual simulations, online evaluations, virtual presentations, etc., for the benefit of students, thus being a generator of motivation derived from the practicality and dynamism of the teaching process. The objective of this study was to know the impact of the implementation of a virtual learning environment (VLE) in the subject of quality applied to business management. The work was developed in four phases: the first, called diagnosis, was in charge of determining the technological tools most used by students; the second, called design, had the mission of creating the curricular outline and strategic planning in accordance with the curricular guidelines and the competency standards of the Tecnológico Nacional de México (TecNM); the third, called application, is to determine the impact of the implementation of a virtual learning environment (VLE) in the subject of quality applied to business management; The third, called application, is in charge of incorporating the Virtual Learning Environment through the use of the constructivist pedagogical model, and the fourth, called evaluation, is in charge of estimating the impact of the project on the students and the competencies acquired. Graci

Keywords: Teaching, Learning, Virtual Learning Environments.

Introducción

El desarrollo de herramientas tecnológicas ofrece numerosas posibilidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que contribuye a la creación de entornos educativos donde es posible mejorar la comunicación, la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. De hecho, en el caso específico de la educación presencial, los docentes pueden beneficiarse de la implementación de un entorno virtual de aprendizaje (AVA), el cual proporciona una serie de ventajas para la gestión del conocimiento. Esto incluye la capacidad para administrar y dar seguimiento a los procesos de aprendizaje, generar informes y facilitar la comunicación a través de foros de discusión, etc. Además, Muñoz (2020) destaca que el trabajo a través de la red aumenta significativamente la interactividad entre los actores involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues fomenta el intercambio, la calificación y la valoración de trabajos de forma automática e inmediata, lo que facilita destacar los logros y las deficiencias, responder a preguntas y aprovechar diversas formas novedosas de comunicación que enriquecen la experiencia académica.

Por lo anterior, el presente trabajo se concibió como una oportunidad para mejorar la enseñanza en el Instituto Tecnológico de Milpa Alta, específicamente en la asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial, mediante la creación y evaluación de un AVA, el cual se sustentó en el uso de herramientas gratuitas como Facebook, Google Apps y YouTube. Este AVA se construyó a través de simulaciones virtuales interactivas en las unidades temáticas de la mencionada asignatura, las cuales se aplicaron periódicamente tanto en el aula como fuera de ella, con apoyo de un aula virtual. La incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas mencionadas en el Instituto Tecnológico tuvo un impacto positivo, pues los recursos empleados en su diseño eran conocidos y dominados por los estudiantes. En

consecuencia, se puede afirmar que la implementación del AVA logró captar la atención de los estudiantes, fomentar el autodidactismo y mejorar la comunicación con sus docentes.

Con este trabajo se demuestra que el uso responsable de las redes sociales puede contribuir de manera masiva y efectiva al aprendizaje de los conceptos de las asignaturas, ya que pueden servir de puente entre la teoría y su aplicación en la vida cotidiana (Gutiérrez y Gómez, 2014). El lema que acompañó el proyecto fue el siguiente: “Nadie sabe de lo que es capaz hasta que lo intenta”, con lo cual se procuró enseñar que los obstáculos que se presentan en el camino del conocimiento no deben ser concebidos como fracasos, sino como incentivos para seguir avanzando y para proponer nuevas estrategias que permitan alcanzar los objetivos trazados.

En pocas palabras, la experiencia de implementar con este AVA permitió fomentar el autoaprendizaje en los estudiantes, ya que les brindó la oportunidad de aprender desde cualquier lugar utilizando las redes sociales (como YouTube) y la información disponible en los principales portales relacionados con las materias de su interés. Además, este proyecto contribuyó a una gestión más eficiente en el aula, ya que se pudieron administrar exámenes en línea, cargar y compartir archivos, y revisar exámenes en un tiempo muy corto.

Justificación

La educación en tecnología no puede limitarse al ámbito de una sola disciplina, sino que debe concebirse como un campo de naturaleza interdisciplinaria que desempeña un papel crucial en la integración curricular. Esto se debe a que todas las áreas del conocimiento se están sistematizando de alguna manera con el fin de hacerlas más dinámicas y efectivas (Cavazos y Torres, 2016). Ignorar por completo las nuevas tecnologías computacionales en la enseñanza de las asignaturas en el Instituto Tecnológico de Milpa Alta está creando una brecha entre la vida diaria de los estudiantes y sus experiencias en el colegio, dado que viven en un mundo inundado de sistemas informáticos y electrónicos que en su mayoría están controlados por computadoras.

En tal sentido, una de las herramientas más significativas para elevar el nivel de competitividad en el instituto tecnológico son los medios computacionales interactivos, ya que permiten una gestión y comprensión más efectivas de los temas. Además, fomentan una mentalidad exploratoria e investigativa en los estudiantes, aspecto fundamental en cualquier proceso de enseñanza y aprendizaje (Núñez y Sánchez, 2023), ya que todo proceso de construcción de conocimiento está mediado por un instrumento, ya sea material o simbólico.

En efecto, los instrumentos computacionales son de gran apoyo en la comprensión de conceptos, ya que permiten la observación, escucha, dinamización, manipulación e interacción con fenómenos reales simulados en entornos virtuales, lo que estimula el interés del estudiante por el estudio. Esto a su vez resalta la importancia de fomentar la investigación para allanar el camino y promover la adopción de nuevas soluciones que perfeccionen la educación virtual (González y Lugo, 2020).

La dinamización del proceso de enseñanza y aprendizaje a través de la aplicación de las TIC traería consigo herramientas valiosas centradas en la explicación y comprensión, lo que ayudaría a los estudiantes a mejorar su desempeño durante el curso, y fortalecería las competencias tecnológicas necesarias en el mundo laboral (Gómez *et al.*, 2016).

Por ese motivo, en este trabajo se procuró emplear en su mayoría *softwares* libres, ya que representan la mejor opción para el diseño e implementación de entornos virtuales en la educación pública. Esto se debe a que ofrecen facilidad de uso y requieren una inversión presupuestaria baja por parte de la institución educativa, considerando la situación económica actual del instituto tecnológico.

El proyecto, en concreto, se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Milpa Alta, ubicado en la Independencia Sur nro. 36, San Salvador Cuauhtenco, Milpa Alta, 12300 Villa Milpa Alta, Ciudad de México. Este instituto ofrece educación formal en los niveles de licenciatura, con jornadas diurnas y nocturnas. Las principales características de la población estudiantil a la que se dirigió el proyecto se presentan en la tabla 1, donde se evidencian las dificultades que se debieron superar durante la ejecución del proyecto, así como las limitaciones de las herramientas tecnológicas disponibles en la institución educativa (Mendoza y Mamani, 2012). Al respecto, cabe resaltar la importancia de fomentar en los estudiantes el desarrollo de procesos de indagación y exploración a través de la implementación de estrategias pedagógicas que dinamicen las actividades de enseñanza y rompan con las rutinas y la fragmentación del conocimiento (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2015).

Desarrollo

Tipo de investigación

La investigación se llevó a cabo para abordar los problemas presentes en la institución y buscar continuamente mejorar sus procesos de enseñanza-aprendizaje. Además, se enfocó en satisfacer las necesidades tanto de docentes como de estudiantes, para lo cual se aprovecharon las TIC con el fin de hacer que el proceso fuera más dinámico y práctico. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el impacto de la implementación de un entorno virtual de aprendizaje en la asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación se encuadra en un enfoque experimental y preexperimental, con un alcance temporal y longitudinal. La parte experimental se basa en la observación del comportamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en varios escenarios, mientras que la parte preexperimental implica un estudio descriptivo y exploratorio. El enfoque temporal se debe al periodo en el que se llevó a cabo el estudio, de agosto a diciembre de 2022, y el enfoque longitudinal significa que se realizó un seguimiento constante del estudio.

Población y muestra de la investigación

La población objeto de estudio estuvo compuesta por 31 estudiantes (ver tabla 1) que cursaron la asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial en la carrera de ingeniería en Gestión Empresarial. La muestra seleccionada corresponde a la totalidad de la población, lo que se conoce como una población censal. Los participantes se eligieron mediante un método estadístico no probabilístico, lo que significa que todos los estudiantes de una asignatura específica se sometieron a estudio. Este enfoque garantiza que la muestra sea representativa de la población de interés y que los datos se recojan de manera precisa (Hernández Sampieri *et al.*, 2010).

Instrumentos de recolección de información

Para llevar a cabo la investigación, se emplearon los siguientes instrumentos:

Instrumento para el diagnóstico. Esta herramienta fue propuesta por Gómez (2019), aunque se adaptó con la finalidad de ponderar el conocimiento sobre el manejo del PC y habilidades en el uso de herramientas de internet. El cuestionario tiene un tiempo de contestación de 35 minutos en promedio. Para este análisis se optó por dejar solo 10 interrogantes. El cuestionario está compuesto por 10 preguntas, las cuales se evalúan con una escala de Likert del 1 al 3, donde 1 es la ponderación baja y 3 es la calificación más baja.

Instrumento para evaluar un curso virtual. Esta herramienta fue propuesta por Villar (10 de septiembre de 2022) y se aplicó con la finalidad de evaluar la calidad de curso virtual, luego de que el estudiante inició y culminó su curso. El cuestionario está compuesto por 19 preguntas, las cuales se evalúan con una escala de Likert del 1 al 6, donde 1 es la ponderación baja y 6 es la calificación más baja. La herramienta tiene un tiempo de contestación de 25 minutos en promedio.

Tabla 1. Características de la población estudiantil de la asignatura

ITEM	DESCRIPCIÓN
Semestre	7
Ubicación	Independencia Sur nro. 36 San Salvador Cuauhtenco, Milpa Alta, 12300 Villa Milpa Alta,
Estado	Ciudad de México
Alcaldía	Milpa Alta
No. De estudiantes	31
Asignatura	Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial
Carrera	Ingeniería en Gestión Empresarial
Semestre	Agosto-diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento

Fase diagnóstica

En esta etapa, se examinó el conocimiento de los estudiantes universitarios sobre el manejo de las computadoras y sus habilidades en el uso de herramientas en línea que emplean en sus actividades académicas. Para llevar a cabo esta evaluación, se adaptó el cuestionario propuesto por Gómez (2019), el cual fue reelaborado en Google Forms, ya que, como señalan García y Pariona (2019), facilita la recopilación de las respuestas de los estudiantes. En la figura 1 se muestra un ejemplo de ese cuestionario.

Figura 1. Formulario diagnóstico

ENCUESTA SOBRE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

Estimada (o) estudiante. El presente formulario tiene como propósito conocer las herramientas tecnológicas que más usas. Por lo cual, se te pide contestar de una manera objetiva. Por cada enunciado tendrás tres opciones, favor de seleccionar la que más se adecue a tu respuesta. Gracias

cann.azteca13@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Escribe tu número de control *

Tu respuesta

1. De la siguiente escala, elija la que más se adecuó a usted. Posee un manejo básico básico del computador *

Alto

Medio

Bajo

Fuente: Elaboración propia

Fase de planeación

En esta etapa, se procedió a analizar y revisar el contenido del temario de la asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial, para lo cual se examinó cada uno de los temas que componen dicha materia. La figura 2 muestra la unidad 1 de la asignatura objeto de estudio. Además, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la plataforma Google Site y de cada una de sus herramientas para determinar cómo adaptar el temario a las diversas funcionalidades de dicha plataforma. Igualmente, se consultaron diversas fuentes, como artículos y videos, con el propósito de seleccionar los recursos más adecuados para la planificación del contenido. Estas etapas incluyeron la revisión del temario de la asignatura, el análisis de la plataforma Google Site, así como el diseño de la asignatura y su adaptación a la plataforma, seguido de su implementación en el proceso de enseñanza y, finalmente, su evaluación (Moll, 2013).

Figura 2. Ejemplo de unidad 1 de la asignatura

No.	Temas	Subtemas
1.	Filosofías de la calidad	1.1. Principales corrientes filosóficas de la calidad. 1.2. Conceptos y terminología según la ASQ (Sociedad Americana de la Calidad). 1.3. Aplicaciones en Gestión Empresarial.

Fuente: Tecnológico Nacional de México (2022)

En la figura 2 se observan los subtemas del tema I de la asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial.

Fase de diseño

Se ejecutó entre agosto y diciembre de 2022 y consistió en lo siguiente: se realizó un diagnóstico para evaluar los conocimientos previos de los estudiantes acerca del manejo de las herramientas tecnológicas necesarias para el uso de ambientes virtuales de aprendizaje, así como sus habilidades

en el manejo de computadoras y en el uso de herramientas disponibles en internet. La población de estudio estuvo compuesta por 31 estudiantes que cursaban la asignatura de Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial. La confiabilidad del estudio fue del 100 %, teniendo en cuenta esta área de aplicación.

En la figura 2 se presenta una descripción detallada de la asignatura en Google Site y se explica cómo se estructuró la materia y se diseñó en esta plataforma. Además, se integraron diversas herramientas de Google que formaron parte del AVA de la asignatura de Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial. Estas herramientas incluyeron Google Drive, Google Group, Google Docs y Google Pictures.

Figura 3. Sitio de la asignatura de estudio



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se presenta la pantalla principal de la materia, compuesta por el encabezado, que incluye imágenes relacionadas con la materia y el sistema del Tecnológico Nacional de México (TecNM). En el centro se muestra el nombre de la asignatura y la competencia específica que se debe alcanzar. En la parte derecha se encuentra el menú de asignatura, que incluye lo siguiente:

- Inicio: Corresponde a la pantalla principal.
- Contacto: Se refiere a los datos que estudiantes usarán para contactarse con el profesor en dado caso que se tengan alguna duda con respecto a la materia.
- Temario: Pertenece a los temas y subtemas que contiene la materia de estudio.
- Tareas. Corresponde a las asignaciones por tema de la materia de estudio.

La figura 4 enseña un ejemplo de las actividades realizadas en la asignatura de estudio.

Figura 4. Actividades realizadas en la asignatura de estudio.

	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	TIEMPO
1	INDUCCIÓN	Nivelación del conocimiento sobre el manejo de las herramientas tecnológicas básicas para la aplicación	En clase
2	APRESTAMIENTO.	Presentación de un video educativo a los estudiantes Cada estudiante debe de plantear ideas a través de comentarios en YOUTUBE.	En clase Extra-clase
3	CONCEPTUALIZACIÓN DEL TEMA.	El docente expuso el tema mediante diapositivas, tratando de resolver todas las interrogantes que	En clase
4	APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS EN PROBLEMAS REALES.	Realización de una práctica real en el laboratorio integrado de ciencias del Instituto Tecnológico de Tiáhuac II, donde el estudiante presentó un informe en medio digital de la práctica realizada.	En clase y Extra -
		Manejo de simulaciones virtuales de apoyo implementadas por el docente, con el fin de promover el auto aprendizaje en el estudiante como complemento en las actividades teóricas o experimentales del área, luego cada estudiante debe plantear ideas a través de comentarios en Facebook.	En clase y Extra - clase
5	EJERCITACIÓN Y EVALUACIÓN.	Resolución por parte del estudiante el taller complementario del tema elaborado por el docente, el cual debe presentarlo como trabajo escrito en forma digital.	Extra-clase
		Aplicación de una evaluación en línea tipo pruebas saber a los estudiantes, con el fin de medir los conocimientos adquiridos, y tratar de observar las falencias y/o comentarios realizados por ellos, para entrar a mejorar el proceso.	En clase

Fuente: Elaboración propia

Fase de evaluación

Esta fase consistió en la definición de una serie de parámetros necesarios para la evaluación del impacto que tuvo el proyecto en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura, los cuales se señalan a continuación:

- Después de desarrollar las actividades de la fase de aplicación, se realizó una autoevaluación a cada estudiante de la unidad con el objetivo de conocer el impacto de las diferentes aplicaciones virtuales y la metodología implementada durante ese proceso, así como la disposición de ellos frente a la clase. Para la evaluación de este parámetro se desarrolló la encuesta presentada en la figura 5.

Figura 5. Formato de autoevaluación de las clases

RUBRICA DE AUTOEVALUACIÓN							
						CALIFICACION	
Tema de Autoevaluación:						PUNTOS	NOTA EN %
Autores:						18-18	70%
Asignatura:						20-19	75%
Carrera:						23-21	80%
Profesor: M.L. Arturo González Torres						26-24	85%
Fecha:						28-27	90%
Grupo:						32-30	95%
Calificación Obtenida:						33	100%

SEC.	PONDERADO				INDICADOR	PUNTAJE
	A	B	C	D		
1	3	2	1	0	Respeto las ideas de los otros miembros del grupo	
2	3	2	1	0	Si entusiasmo, participación y dedicación demuestran una actitud positiva hacia el proyecto	
3	3	2	1	0	Desempeña un papel activo en la búsqueda de información relevante y la comparte con el grupo.	
4	3	2	1	0	Comparte la información que encuentra con los otros miembros del grupo	
5	3	2	1	0	Presenta sus ideas de una manera coherente	
6	3	2	1	0	Respeto las limitaciones de su compañero y lo ayuda en su mejoramiento personal	
7	3	2	1	0	Si desempeño en el rol asignado ha contribuido a preparar los productos	
8	3	2	1	0	Si participación permite el desarrollo de óptimas relaciones interpersonales	
9	3	2	1	0	Capaz de reconocer y enmendar sus errores	
10	3	2	1	0	Respeto las normas de su grupo	
11	3	2	1	0	Se ciere de compartir tiempo y trabajo de tal manera que permite a sus compañeros superar su limitación	
PUNTAJE TOTAL						

Fuente: Elaboración propia

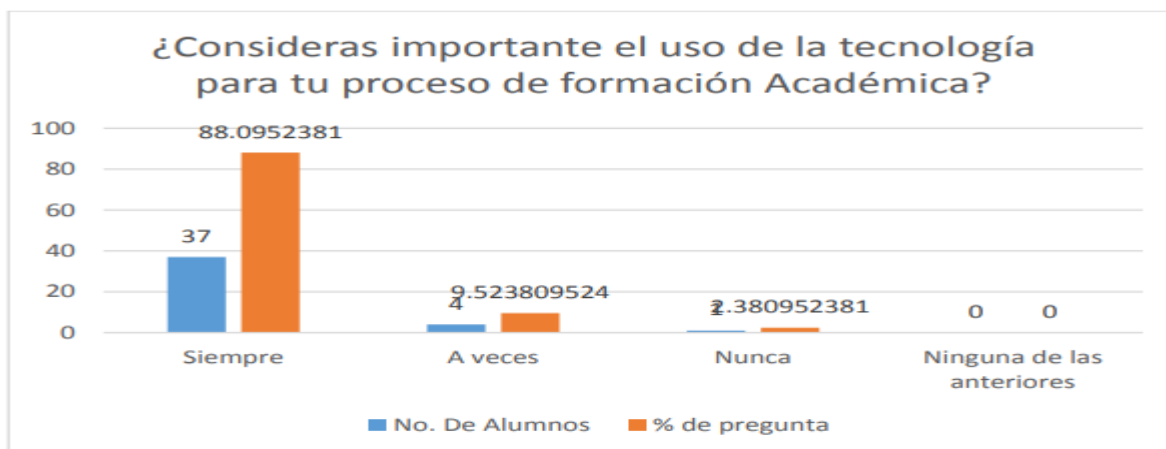
La evaluación a las actividades desarrolladas con los videos virtuales se desarrolló a través del análisis de los comentarios realizados por los estudiantes. De esta manera se conoció el nivel de dominio de los temas abordados dentro del área.

Discusión y análisis de resultados

Fase diagnóstica

En la interrogante *¿Consideras importante el uso de la tecnología para tu proceso de formación académica?*, el 88.09 % respondieron que siempre, el 9.52 % que algunas veces y el 2.39 % que nunca. En la figura 6 se muestran las respuestas descritas: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde.

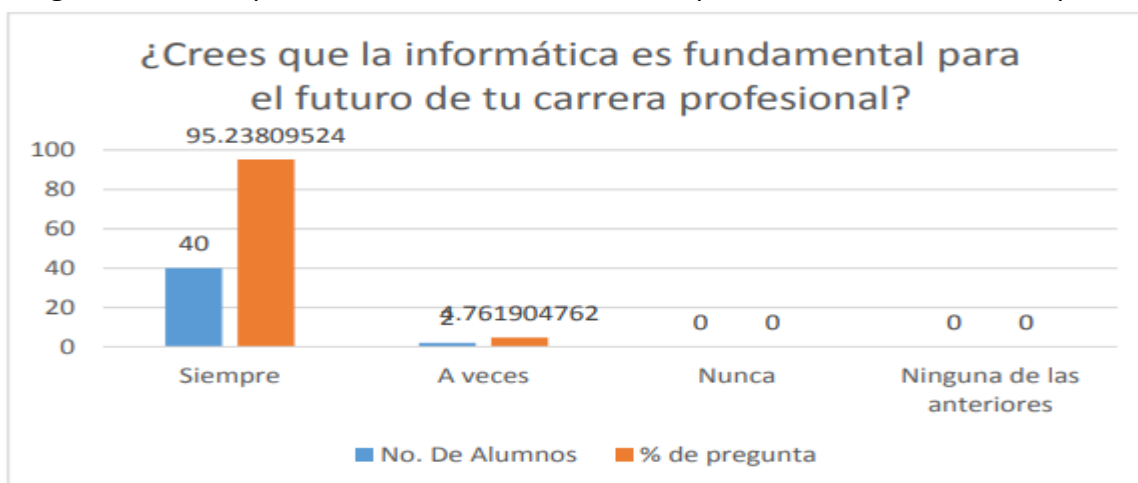
Figura 6. ¿Consideras importante el uso de la tecnología para tu proceso de formación académica?



Fuente: Elaboración propia

Para la pregunta *¿Crees que la informática es fundamental para el futuro de tu carrera profesional?*, el 95.23 % respondieron que sí y el 4.76 % consideraron que a veces es fundamental. La figura 7 muestra las respuestas: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde.

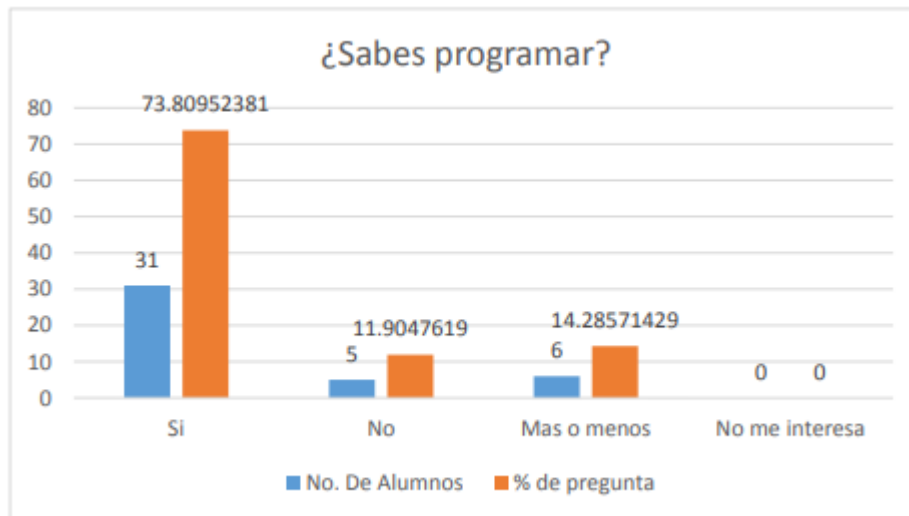
Figura 7. ¿Crees que la informática es fundamental para el futuro de tu carrera profesional?



Fuente: Elaboración propia

En la interrogante *¿Sabes programar?*, el 73.80 % respondió que sí, el 11.90 % no y el 14.28 % más o menos. La figura 8 representa lo antes explicado. La barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde.

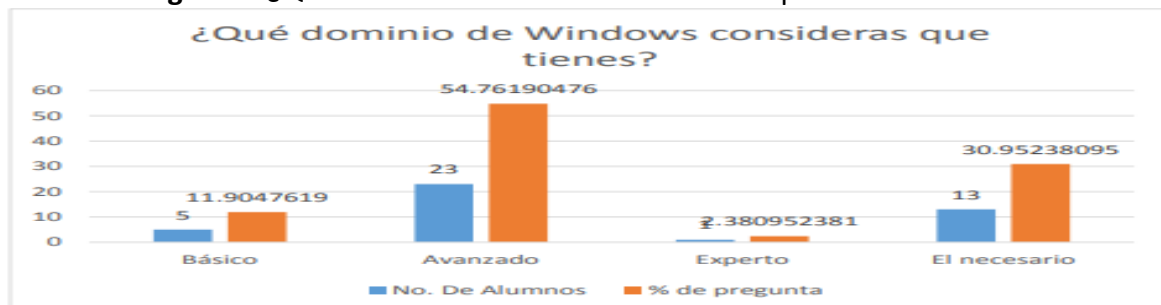
Figura 8. ¿Sabes programar?



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la pregunta *¿Qué dominio de Windows consideras que tienes?*, el 54.73 % respondió que avanzado, el 30 % lo necesario, el 11.90 % básico, y el 2.38 % nivel experto (ver figura 9: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

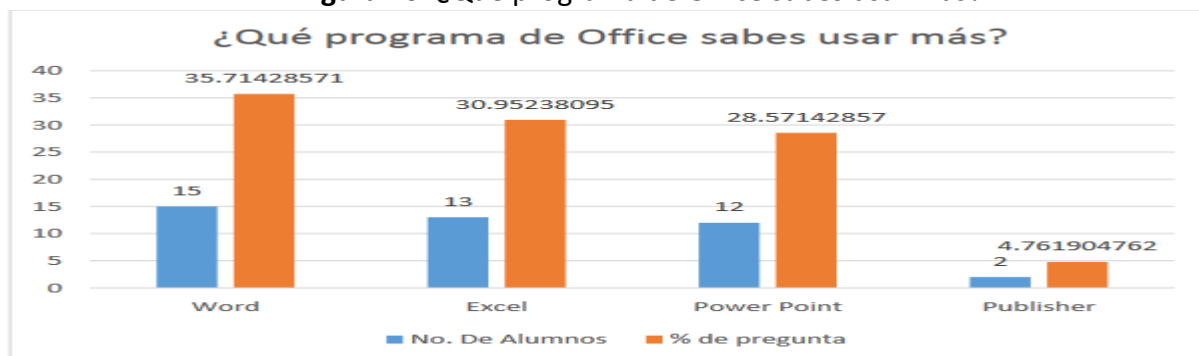
Figura 9. ¿Qué dominio de Windows consideras que tienes?



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a *¿Qué programa de Office sabes usar más?*, el 37.71% respondió que Word, el 30.95 % Excel, el 28.57 % Power Point y el 4.76 % Publisher (ver figura 10: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

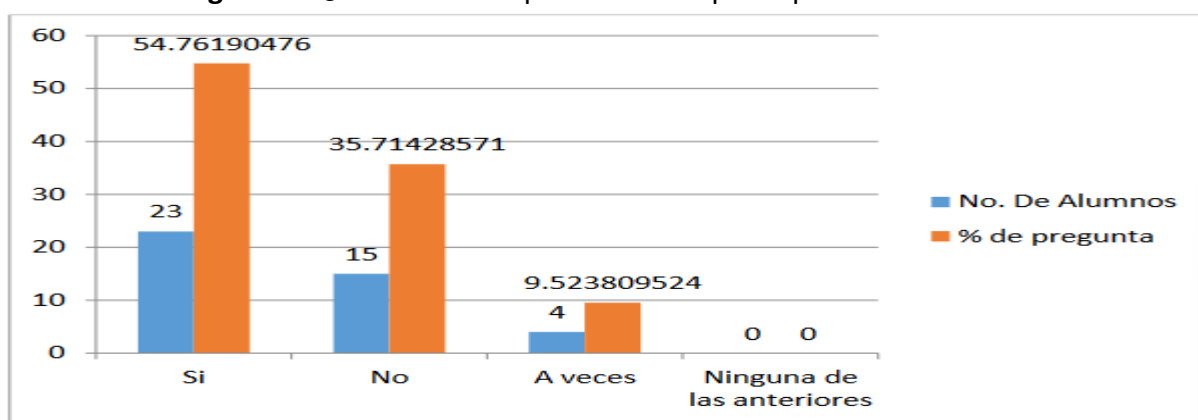
Figura 10. ¿Qué programa de Office sabes usar más?



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta *¿Utilizas la computadora solo para aprender informática?*, el 54.76 % respondió que sí, el 35.71 % no, y el 9.52 % a veces (ver figura 11: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

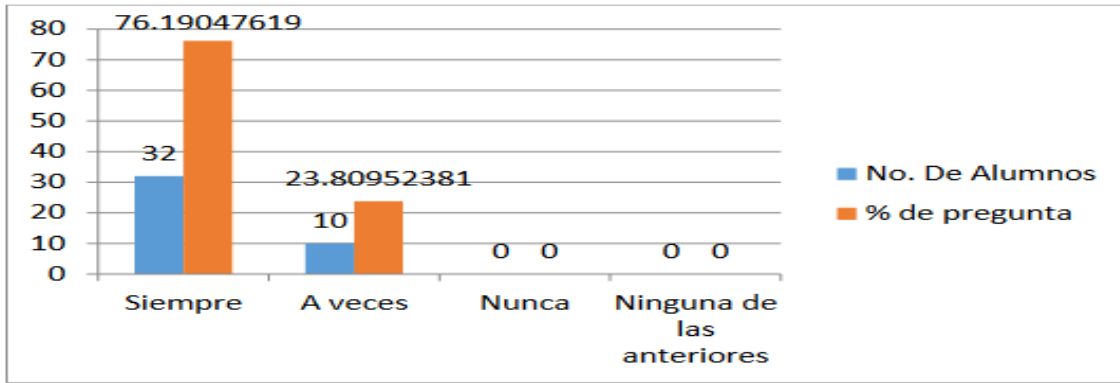
Figura 11. ¿Utilizas la computadora sólo para aprender informática?



Fuente. Elaboración propia

En la pregunta *¿Utilizas la computadora para realizar tus tareas escolares?*, el 76.19 % respondió que siempre y el 23.80 % a veces (ver figura 12: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

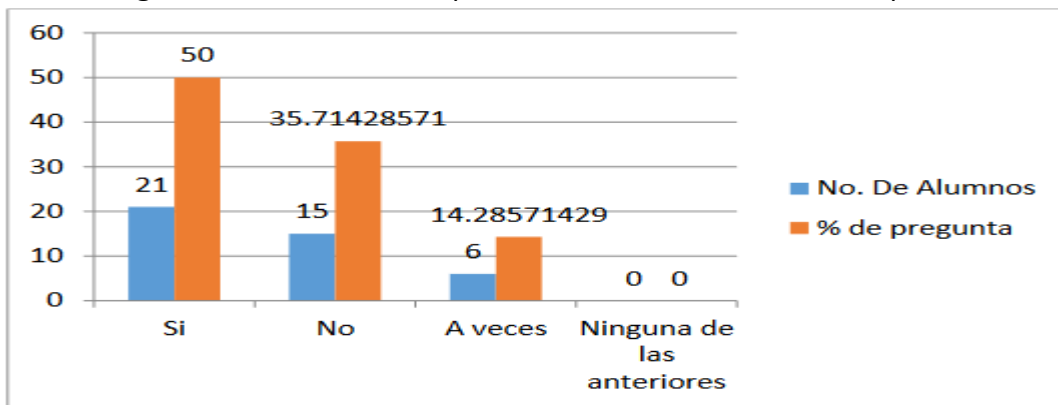
Figura 12. ¿Utilizas la computadora para realizar tus tareas escolares?



Fuente: Elaboración propia

En la interrogante *¿Utilizas la computadora como recurso didáctico para estudiar?*, el 50.0 % respondió que sí, el 35.71 % no y el 14.28 % a veces (ver figura 13: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

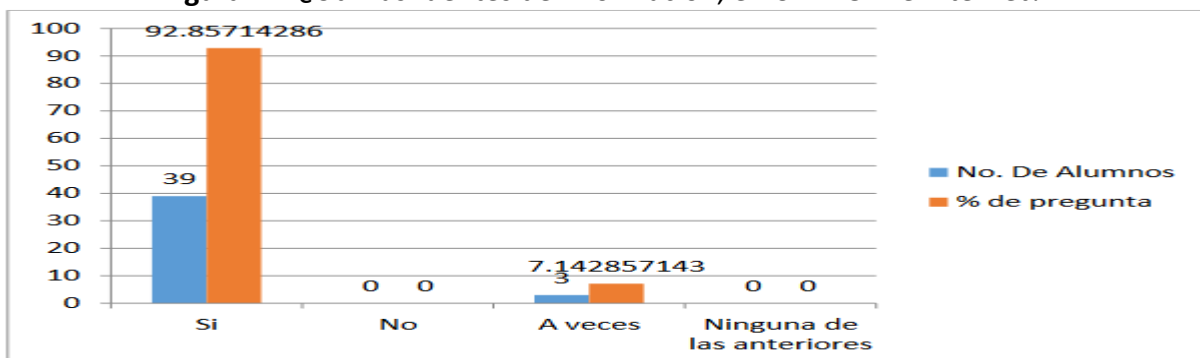
Figura 13. ¿Utilizas la computadora como recurso didáctico para estudiar?



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta *¿Utilizas fuentes de información, en CD-ROM e Internet?*, el 92.85 % respondió que sí y el 7.14 % a veces (ver figura 14: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

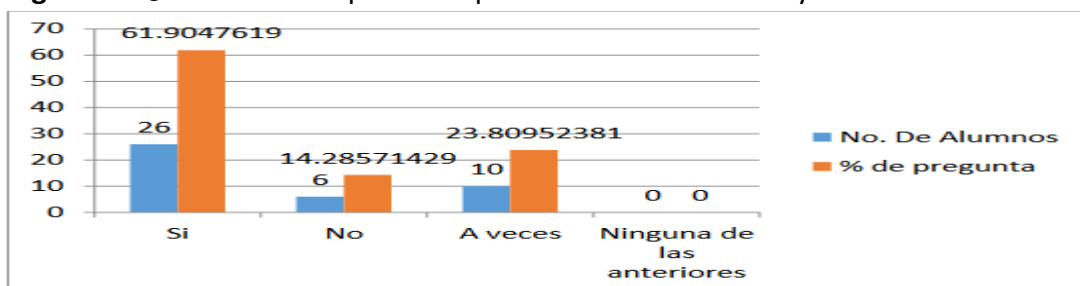
Figura 14. ¿Utilizas fuentes de información, en CD- ROM e Internet?



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta *¿Utilizas la computadora para obtener materiales y servicios de internet?*, el 61.90 % respondió que sí, el 23.80 % a veces y el 14.28 % no (ver figura 15: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

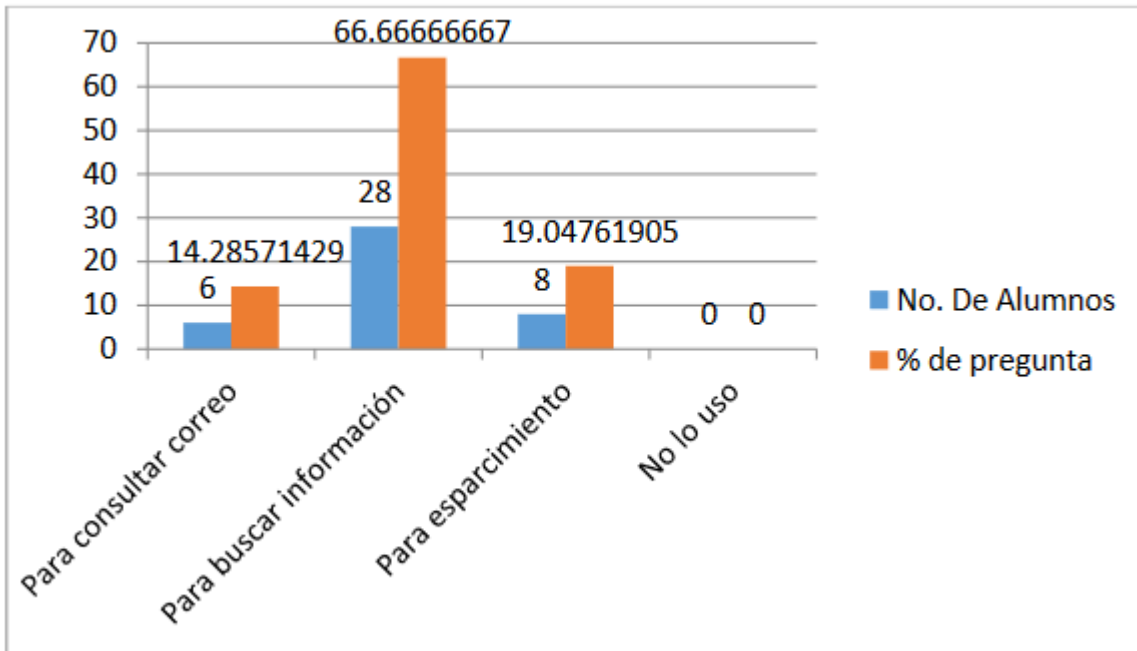
Figura 15. ¿Utilizas la computadora para obtener materiales y servicios de internet?



Fuente: Elaboración propia

En la interrogante *¿Principalmente para qué usas internet?*, el 14.28 % respondió que para consultar su correo, el 66.66 % para búsqueda de información y el 19.04 % para esparcimiento (ver figura 16: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

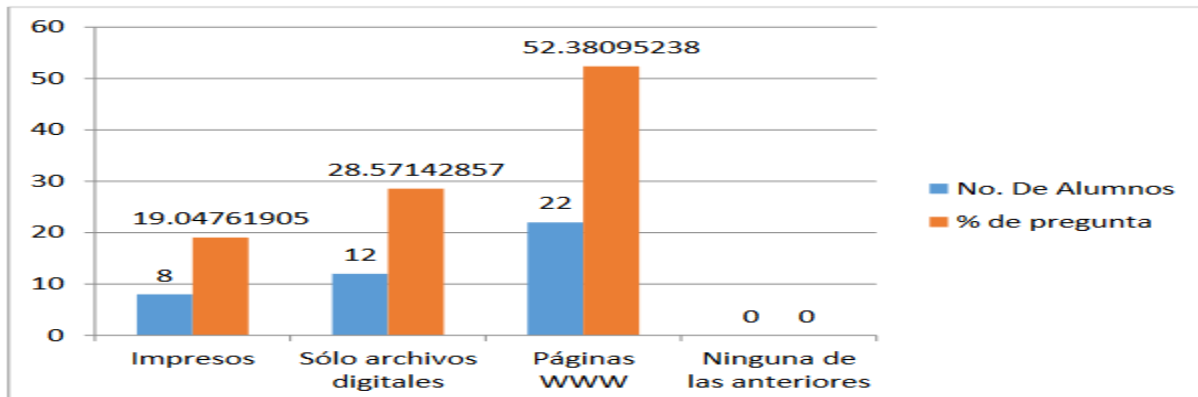
Figura 16. ¿Principalmente para qué usas internet?



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta *¿Para qué tipo de recursos utilizas mayormente la computadora?*, el 19.04 % respondió que, para archivos impresos, el 28.57 % para archivos digitales y el 52.38 % para páginas web (ver figura 17: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

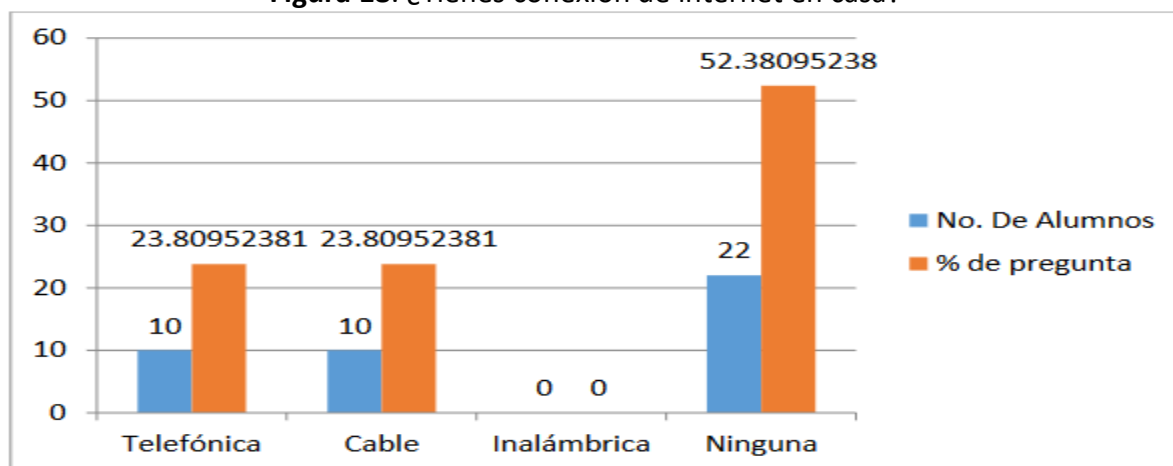
Figura 17. ¿Para qué tipo de recursos utilizas mayormente la computadora?



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la pregunta *¿Tienes conexión de internet en casa?*, el 52.38 % respondió que no, el 23.80 % cuenta con telefónica y el 23.80 % cuenta con cable (ver figura 18: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

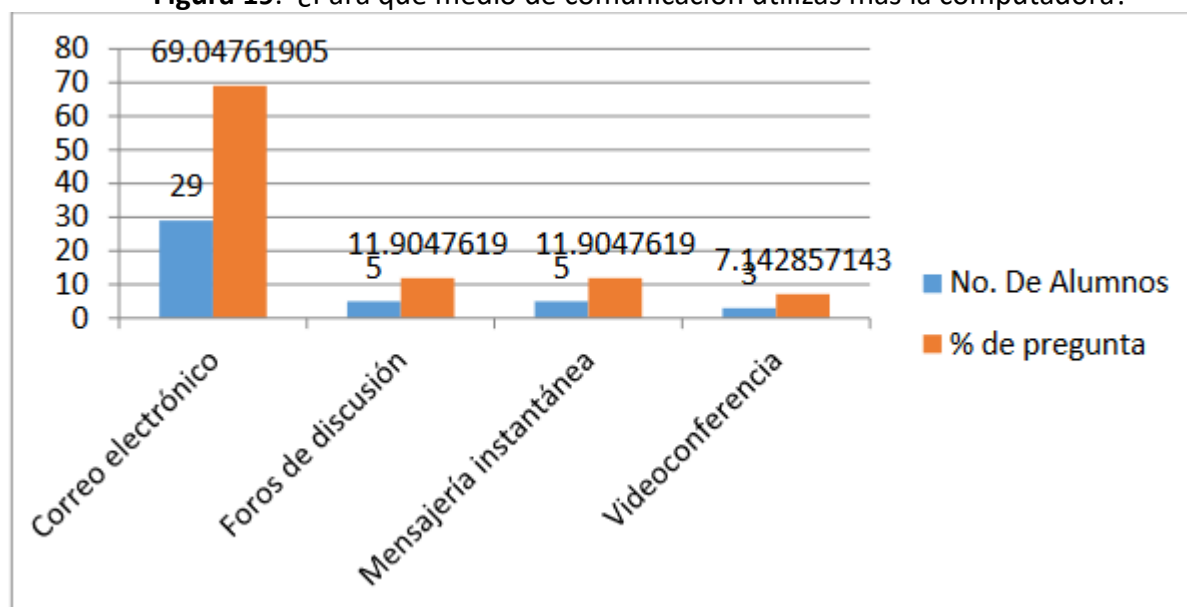
Figura 18. ¿Tienes conexión de internet en casa?



Fuente: Elaboración propia

En la interrogante *¿Para qué medio de comunicación utilizas más la computadora?*, el 69.04 % respondió que, para correo electrónico, el 5 % para foros de discusión, el 5 % para mensajería instantánea y el 3 % para videoconferencias (ver figura 19: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

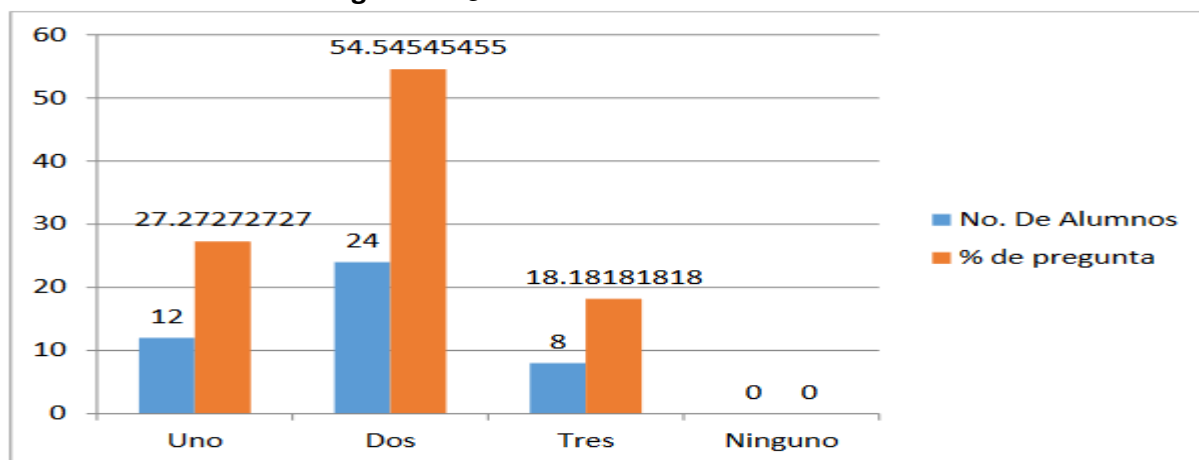
Figura 19. ¿Para qué medio de comunicación utilizas más la computadora?



Fuente: Elaboración propia

En el cuestionamiento *¿Cuántos correos electrónicos tienes?*, el 27.27 % respondió que solo uno, el 54.54 % dos y el 18.18 % tres (ver figura 20: la barra azul ofrece el número de estudiantes que respondieron la respuesta y la beige el porcentaje a que corresponde).

Figura 20. ¿Cuántos correos electrónicos tienes?

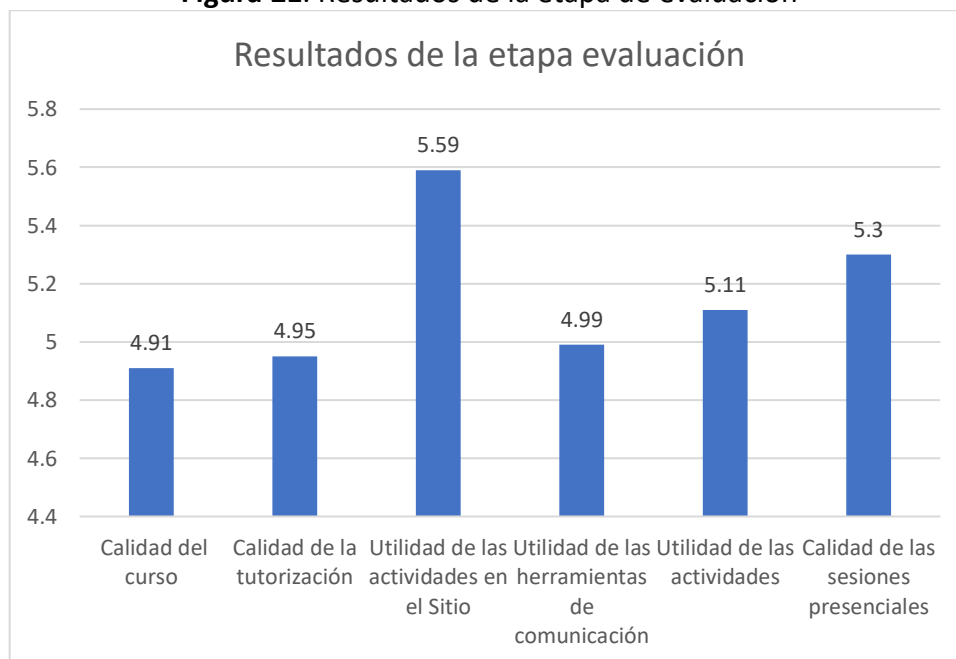


Fuente: Elaboración propia

Fase de evaluación

Como se puede apreciar en la figura 21, la evaluación realizada después de la implementación del entorno virtual en la asignatura de estudio mostró una tendencia. En tal sentido, cada variable tenía un puntaje máximo de 6, y destacan las variables *utilidad de las actividades en el sitio* con una ponderación final de 5.59 y *calidad de las sesiones presenciales* con un resultado final de 5.3. De hecho, las demás variables también obtuvieron una aceptación superior al 80 %, por lo que se puede concluir que el impacto de la implementación de un ambiente virtual de aprendizaje en la asignatura de Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial fue positivo.

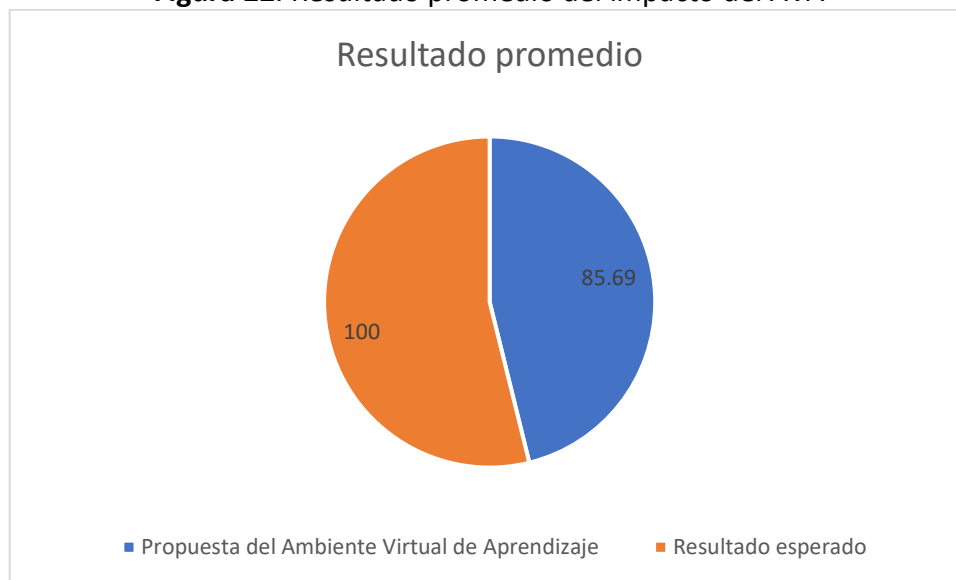
Figura 21. Resultados de la etapa de evaluación



Fuente: Elaboración propia

Por último, la figura 22 muestra el resultado promedio del impacto de la implementación del AVA en la asignatura Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial, el cual fue positivo, pues obtuvo más del 85 % de aceptación.

Figura 22. Resultado promedio del impacto del AVA



Fuente: Elaboración propia

Discusión

Una vez concluido el estudio, los resultados de la percepción de los estudiantes sobre el uso de la tecnología en el proceso de formación académica coinciden con los estudios de Urdiales *et al.* (2020), Londoño *et al.* (2021) y Chichande y Rosado (2023), quienes también informan resultados favorables. En cuanto al tema de si las competencias tecnológicas contribuyen al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, los resultados de este estudio concuerdan con los hallazgos de Andrade *et al.* (2020), González y Lugo (2020), Sanmartín (2020), Benitorebollo (2022) y Ravelo *et al.* (2022). Además, se observa que el uso de las herramientas de Google en la creación de un ambiente virtual de aprendizaje tiene un impacto positivo, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Morales *et al.* (2021) y Moreno (2021).

Conclusiones

El trabajo consistió en el estudio de conocer el impacto de la implementación de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) en la asignatura de Calidad Aplicada a la Gestión Empresarial, el cual permitió mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las materias mediante la creación de elementos didácticos como videos educativos, animaciones, simulaciones virtuales, foros interactivos, chat, evaluaciones en línea entre otros, que le permitieron a los estudiantes tener mayor interactividad con la clase y facilitaron al docente la dinamización en la enseñanza de los contenidos temáticos. Lo cual originó mayor motivación y fortalecimiento del aprendizaje autónomo en los estudiantes, ya que pudieron tener de manera permanente el acceso a toda la información y a todas las aplicaciones interactivas creadas para las clases a través de la red de Internet para su permanente estudio. Se puede observar que los estudiantes poseen un entusiasmo muy significativo en el uso de las tecnologías aplicadas a la materia, aunque la disponibilidad de estas herramientas en las instituciones educativas y en los hogares de los estudiantes son escasas en relación con el avance

tecnológico actual sin embargo se ve con optimismo el aumento del número de computadores por institución cada año, como motivación para docentes y estudiantes hacia la enseñanza- aprendizaje a través de las TIC`s.

Futuras líneas de investigación

Una vez desarrollada y evaluada la propuesta de intervención, se recomienda como futuras líneas de investigación lo siguiente:

- Realizar un estudio más riguroso —por ejemplo, con el 99 % de confiabilidad entre la población de profesores— con el fin de tener un estudio más preciso.
- Desarrollar plataformas web en Google Site según los lineamientos del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER), entidad del gobierno federal responsable de promover, coordinar y consolidar un sistema nacional de competencias de las personas para lograr un mayor nivel de competitividad económica, desarrollo educativo y progreso social con base en el capital humano de México.

Referencias

- Andrade, S. Y., Tapia Tapia, M. J. y Tituana Vásquez, F. del C. (2020). Aprendizaje mediante el uso de herramientas tecnológicas en la educación inclusiva y el fortalecimiento de la enseñanza. *Revista Cientific*, 5(17), 350–369. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2020.5.17.19.350-369>
- Benitorebollo, I. R. (2022). Revisión documental sobre el fortalecimiento de la competencia lectora mediante el uso de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) en estudiantes de educación básica y secundaria. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 2970-2998. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3295
- Cavazos, R. L. y Torres, S. G. (2016). Diagnóstico del uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(13), 273-292. <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/249>
- Chichande, Y. M. y Rosado, K. A. (2023). Entorno virtual de aprendizaje EDMODO para la enseñanza y aprendizaje de la contabilidad en bachillerato. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 6690-6707. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6663
- García, O. M. y Pariona, P. E. (2019). *Aplicación de " Google Forms" para mejorar la gestión de procesos productivos en estudiantes del segundo grado de la institución educativa "San Luis Gonzaga" De Ica-2018* (trabajo de grado). Universidad Nacional de Huancavelica. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b4d25389-ee78-41ce-9e7d-b51147d59cb4/content>
- Gómez, M. E., Contreras Orozco, L. y Gutiérrez Linares, D. (2016). El impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en estudiantes de ciencias sociales: un estudio comparativo de dos universidades públicas. *Innovación Educativa*, 16(71), 61-80, 2016. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1794/179446997004/html/index.html>.
- Gómez, D. A. (2019). Uso de las tecnologías de la información y la comunicación por universitarios mayas en un contexto de brecha digital en México. *Región y Sociedad*, 31. <https://doi.org/10.22198/rys2019/31/1130>

- González, L. y Lugo, C. (2020). Fortalecimiento de la práctica docente con Learning Analytics: estudio de caso. *Praxis & Saber*, 11(25), 227–254. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n25.2020.9075>
- Gutiérrez, J. J. y Gómez, M. T. (2014). Influencia de las TIC en los procesos de aprendizaje y comunicación de los estudiantes de educación. *Revista de Pedagogía*, 35(97-98),34-51. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65935862004>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V
- Londoño, E., Montoya Cobo, E., García, A., Bolaños-Martínez, I., Osorio-Roa, D. M. y Isaza Gómez, G. D. (2021). Percepción de estudiantes frente a procesos de enseñanza-aprendizaje durante pandemia por COVID-19. *Educación y Educadores*, 24(2), 199–217. <https://doi.org/10.5294/edu.2021.24.2.2>
- Mendoza, Y. L. y Mamani, J. E. (2016). Estrategias de enseñanza-aprendizaje de los docentes de la facultad de ciencias sociales de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno 2012. *Comuni@cción: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo*, 3(1), 58–67. <https://comunicacionunap.com/index.php/rev/article/view/28>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2015). *Ambientes de aprendizaje*. Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- Moll, S. (2013). *¿Para qué sirve Google Drive en el aula?* <http://mx.tiching.com/para-que-sirve-google-drive-en-el-aula/recurso-educativo/120345>
- Morales, C. H., Donoso León, C. E., Gallardo Donoso, L. J., Espinoza Tinoco, L. M. y Morales Alarcón, F. P. (2021). Metodologí-a de formación educativa basada en entornos virtuales de aprendizaje para estudiantes de Ingeniería Civil. *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 530–550. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i2.1816>
- Moreno, M. C. (2021). Trabajo grupal y logro académico en un ambiente virtual de aprendizaje. *Ciencia y Educación*, 5(1), 41–53. <https://doi.org/10.22206/cyed.2021.v5i1.pp41-53>
- Muñoz, M. (2020). Políticas educativas e incorporación de las TIC en la educación superior mexicana. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 21(6). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.6.13>
- Núñez, R. y Sánchez, P. (2023). La educación en pandemia y su transformación pedagógica a partir de la cuasi universalización de las TIC en el sistema educativo. *Reencuentro. Análisis De Problemas Universitarios*, 35(85), 197-212. <https://reencuentro.xoc.uam.mx/index.php/reencuentro/article/view/1186>
- Ravelo, R. E., Mercado Borja, W. E. y Patiño Jojoa, L. N. (2022). Diseño de un ambiente virtual de aprendizaje virtual (AVA) para fortalecer la comprensión lectora en los estudiantes de grado tercero. *Horizontes pedagógicos*, 24(1), 22–45. <https://doi.org/10.33881/0123-8264.hop.24104>
- Sanmartín, B. H. (2020). Modelo de competencias digitales para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en el Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar Guayaquil-Ecuador 2019 (tesis doctoral). Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52379/Sanmart%3%adnRBH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urdiales, J., Armijos Bacuilima, L. y Urdiales, D. (2020). Estudiantes de un plantel educativo secundario del sur del Ecuador y un entorno virtual de aprendizaje (EVA): impacto de su

implementación. *Revista Andina de Educación*, 3(2), 5-9.
<https://doi.org/10.32719/26312816.2020.3.2.1>

Villar, G. (2022). *Evaluación de un curso virtual. Propuesta de un modelo*. ISSUU.
<https://issuu.com/maestro en linea/docs/villar>

Intervención socioemocional en rasgos de ansiedad: efectos de las nuevas tecnologías en la educación superior

Socioemotional Intervention in Anxiety Traits: Effects of New Technologies in Higher Education

Claudia Rodríguez Lara

Universidad Pedagógica Nacional Unidad 181 Tepic
y Universidad Autónoma de Nayarit, México
claudia.rodriguez@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-5488-4441>

Sandra Yarely Rojas García

Universidad Pedagógica Nacional Unidad 181 Tepic, México
rojas.dray@upn181.com
<https://orcid.org/0000-0002-5079-959X>

Héctor Torres Ríos

Universidad Autónoma de Nayarit, México
hectort@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-9384-252X>

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo diseñar una propuesta de intervención socioemocional para la atención de los rasgos de ansiedad como efecto de las nuevas tecnologías en estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional [UPN] Unidad 181 Tepic. Como métodos se utilizaron la revisión bibliográfica sistemática y la investigación descriptiva, con énfasis en el diseño de propuesta de intervención. Para ello, se empleó un enfoque de investigación mixto (cuantitativo y cualitativo) con el fin de elaborar un diseño pertinente. Los resultados demuestran necesidades imperantes en la atención a la salud mental en la virtualidad. Como conclusiones se puede afirmar que una propuesta de intervención socioemocional para la atención en rasgos de ansiedad como efecto de las nuevas tecnologías puede contribuir a mejorar los procesos formativos de los estudiantes.

Palabras clave: salud mental, ansiedad, socioemocional, nuevas tecnologías, propuesta de intervención.

Abstract

The objective of the work was to design a socio-emotional intervention proposal for the attention of anxiety traits as an effect of new technologies, exacerbated by distance education, in students of the National Pedagogical University [UPN] Unit 181-Tepic. As methods, the systematic bibliographic review and descriptive research were used, emphasizing the design of the intervention proposal. The route of a mixed research approach was established: quantitative and qualitative, as well as the procedures to develop a relevant design.

The results identified prevailing needs in virtual mental health care. As conclusions, it was established that designing a socio-emotional intervention proposal for attention to anxiety traits as

an effect of new technologies promotes continuous improvement in the students' training processes.

Keywords: Mental health, anxiety, socio-emotional, new technologies, intervention proposal.

Introducción

La educación ha experimentado un cambio radical y trascendental desde 2020 hasta la fecha debido a la pandemia del SARS-CoV-2. Este evento ha llevado a una reestructuración en la vida de las personas, con implicaciones significativas en la salud mental y, en particular, en la modificación de las modalidades, estrategias, métodos y dinámicas educativas. Por ende, la labor educativa se ha centrado en abordar cuestiones urgentes, como completar el currículo, divulgar materiales en plataformas digitales y diseñar contenidos instructivos.

Sin embargo, lo verdaderamente importante, la salud mental, a menudo ha sido pasada por alto. Por este motivo, el objetivo principal de este trabajo fue diseñar una propuesta de intervención socioemocional destinada a abordar los signos de ansiedad relacionados con el uso de las nuevas tecnologías en estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) Unidad 181 en Tepic. Además, se presentan los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar la salud socioemocional en torno a los rasgos de ansiedad en los estudiantes, dentro de las dimensiones escolar y personal,
- Estimar los principales detonantes de los rasgos de ansiedad como efecto de las nuevas tecnologías.
- Establecer los principales lineamientos para la construcción de una propuesta de intervención socioemocional pertinente para la atención de los rasgos de ansiedad como efecto de las nuevas tecnologías en estudiantes de la UPN Unidad 181 Tepic.

Las contribuciones teóricas fundamentales empleadas para la elaboración de esta investigación provienen de Bados (2015), Bueno (2015) y Guillén (2017), destacados por su relevancia técnica y epistemológica, así como su vínculo con la gestión de las emociones. La propuesta se basó en estudios de neurociencia y, en particular, de neuroeducación, para comprender el manejo y tratamiento de los rasgos de ansiedad en los individuos. Además, se enfatiza en las revisiones técnicas del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales DSM-5 (Asociación Americana de Psiquiatría [APA], 2014) y en los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2019) a través de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud CIE-10 (Organización Panamericana de la Salud [PAHO], 2015).

La metodología utilizada en este trabajo se adhiere a un enfoque cualitativo, pues se desarrolló una investigación descriptiva, con tres instrumentos para cumplir con los objetivos específicos. Asimismo, la revisión bibliográfica sistemática se utilizó como una herramienta de primera mano para respaldar la investigación.

Este estudio es innovador, ya que hasta la fecha no se ha reconocido plenamente la importancia de la salud mental de los estudiantes de nivel superior en relación con el uso de tecnologías durante la pandemia. Por ende, los hallazgos contribuyen al conocimiento científico y proponen herramientas pertinentes para abordar este tema. Dejar sin atención el objeto de estudio podría llevar a

problemas graves de salud mental, como los rasgos de ansiedad, que afectarían directamente a los estudiantes de la UPN Unidad 181 en Tepic y, de manera indirecta, a la sociedad en general.

La relevancia de esta investigación también es significativa, ya que abordar temas de salud mental en el siglo XXI es una tarea inminente y debería ser una parte integral de la labor diaria de los docentes de nivel superior y en formación. A medida que se reconozcan, visibilicen y aborden más los temas propuestos en esta investigación, habrá un mayor nivel de conciencia y un aumento en la estabilidad personal, mental, académica y social.

En cuanto a las conclusiones, se puede afirmar que los estudiantes de la UPN Unidad 181 en Tepic han experimentado rasgos de ansiedad como resultado del uso de nuevas tecnologías. La propuesta de intervención socioemocional, por tanto, se presenta como un recurso adecuado para abordar este problema y promover la formación integral en términos de salud mental y bienestar académico.

Materiales y métodos

Para abordar este trascendental tema es necesario proporcionar una definición de la ansiedad generalizada, la cual se la describe como el problema de la angustia, que es el centro en el que convergen cuestionamientos diversos y fundamentales, los cuales, una vez resueltos, podrían arrojar luz sobre nuestra existencia y realidad mental (Freud, trad. 2016).

Ahora bien, la ansiedad se define como un “estado de agitación, inquietud o zozobra del ánimo” (Real Academia Española, s. f., definición 1), esto quiere decir que su componente central es la preocupación excesiva, muy frecuente en la población actual, que se ha intensificado debido a la pandemia generada por el covid-19. Este malestar emocional se ha convertido en una parte significativa de la vida cotidiana de las personas, las cuales han tenido que aprender a convivir con sus síntomas físicos y emocionales.

Las preocupaciones generadas por la ansiedad a menudo se experimentan como pensamientos verbales persistentes y difíciles de controlar, los cuales ocasionan miedos que contribuyen a intensificar los síntomas. Estos pensamientos y preocupaciones tienden a centrarse en posibles eventos negativos en el futuro, de ahí que una persona podría preocuparse por las posibles consecuencias de su reacción a un evento que le molestó.

Por este motivo, la salud mental es un aspecto de la vida humana que se valora cada vez más debido a la creciente comprensión de las implicaciones de descuidarla. La OMS (citada por Espinosa *et al.*, 10 de octubre de 2020) reconoce la importancia de la salud mental al afirmar que “es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (p. 28), de ahí que sea fundamental otorgarle la debida importancia.

Ahora bien, para considerarse síntomas de ansiedad, estos deben estar presentes la mayor parte de los días durante varias semanas seguidas y, en general, durante varios meses. De acuerdo con los criterios diagnósticos de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud CIE-10 (PAHO, 2015), estos síntomas incluyen “a) aprensión: preocupaciones sobre desgracias futuras, nervios de punta, dificultad para concentrarse, b) tensión motora: inquietud, cefaleas tensionales, temblores, incapacidad para relajarse, c) hiperactividad

autónoma: mareo, sudoración, taquicardia o taquipnea, malestar epigástrico, boca seca, etc.” (p. 322), elementos tomados en cuenta en la construcción de este trabajo.

Además, en el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales DSM-5 (APA, 2014), los criterios para el trastorno de ansiedad generalizada (TAG) son los mismos para todas las edades, mientras que los criterios diagnósticos de investigación para el TAG en la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud CIE-10 (PAHO, 2015) son diferentes en el caso de los niños.

No obstante, dado que la investigación se enfoca en un rango de edad que oscila entre los 17 y 42 años, no se profundizará en este aspecto. A continuación, se presentan las principales características en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios diagnósticos del DSM-5

Criterio	Características
A	Debe haber una ansiedad y preocupación excesivas, esto es, desproporcionadas para las circunstancias actuales o anticipadas, y persistentes, presentes más de la mitad de los días durante al menos seis meses, sobre diversas áreas o circunstancias de la vida.
B	A la persona le resulta difícil controlar la preocupación y que esta no le interfiera con las tareas que hace.
C	La ansiedad y la preocupación están asociadas con tres o más de los siguientes síntomas: inquietud o tener los nervios de punta, cansarse con facilidad, dificultades de concentrarse o quedarse en blanco, irritabilidad, tensión muscular y perturbaciones del sueño.
D	La ansiedad, la preocupación o los síntomas anteriores producen un malestar significativo o un deterioro del funcionamiento de la persona en áreas importantes.
E	El trastorno no es debido a los efectos directos de una droga, fármaco o enfermedad.
F	El trastorno no se explica mejor por la ocurrencia o manifestación de otro trastorno mental.

Fuente: Elaboración propia con base en DSM-5 (APA, 2014, p. 222).

A. El problema

El desconocimiento de información acerca de la salud mental de los individuos persiste en el entorno de las actividades laborales, académicas y profesionales en las que se desenvuelven. Este tema continúa siendo un tabú, y las condiciones de salud mental con las que los individuos conviven siguen representando un estigma social. Por lo tanto, se plantea la necesidad de comprender las condiciones mentales que experimentan los estudiantes de la UPN Unidad 181 Tepic, de ahí que uno de los problemas principales abordados en este trabajo es la caracterización de los rasgos de ansiedad.

Asimismo, es relevante destacar que los síntomas se definen como señales o indicios de que algo está ocurriendo o está por ocurrir, según la definición de la Real Academia Española (s. f., definición 2). En la presente investigación, y siguiendo el protocolo de identificación, se requiere la presencia de al menos cuatro síntomas de un total de 22, entre los cuales se incluyen cinco de los seis síntomas definidos por el DSM-5, como se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de los síntomas de ansiedad del DSM-5

Clasificación	Expresiones
Síntomas autónomos. <i>Al menos uno de los síntomas exigidos para el diagnóstico debe ser de este grupo.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Palpitaciones o taquicardia. • Sudoración. • Temblor o sacudidas. • Sequedad de boca (no causada por medicación o deshidratación).
Síntomas relacionados con pecho y abdomen.	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para respirar. • Sensación de ahogo. • Dolor o malestar en el pecho. • Náuseas o malestar abdominal.
Síntomas relacionados con el estado mental.	<ul style="list-style-type: none"> • Mareo. • Inestabilidad o desvanecimiento. • Desrealización o despersonalización. • Miedo a perder el control. • Miedo a volverse loco o a perder el conocimiento. • Miedo a morir.
Síntomas generales.	<ul style="list-style-type: none"> • Sofocos o escalofríos. • Entumecimiento o sensaciones de hormigueo.
Síntomas de tensión.	<ul style="list-style-type: none"> • Dolores o molestias musculares. • Inquietud o incapacidad para relajarse. • Tener los nervios de punta o tensión mental. • Sensación de nudo en la garganta o dificultad para tragar.
Otros síntomas no específicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Respuesta exagerada a pequeñas sorpresas o sobresaltarse. • Dificultad para concentrarse o “mente en blanco” debido a la preocupación o la ansiedad. • Irritabilidad persistente. • Dificultad para conciliar el sueño debido a las preocupaciones.

Fuente: Elaboración propia con base en DSM-5 (APA, 2014, pp. 220-228)

En este sentido, es importante señalar también que, de acuerdo con el DSM-5, la APA (2014) estipula:

La característica esencial del trastorno de ansiedad generalizada es una ansiedad y una preocupación excesivas (anticipación aprensiva) acerca de una serie de acontecimientos o actividades. La intensidad, la duración o la frecuencia de la ansiedad y la preocupación es desproporcionada a la probabilidad o al impacto real del suceso anticipado. Al individuo le resulta difícil controlar la preocupación, y el mantenimiento de los pensamientos relacionados con la misma interfiere con la atención a las tareas inmediatas (p. 222)

Esto confirma que la ansiedad debe ser distinguida de otros padecimientos como el trastorno de pánico, el trastorno de ansiedad social (fobia social), el trastorno obsesivo-compulsivo, el trastorno de estrés postraumático, el trastorno debido a otra afección médica y el trastorno inducido por sustancias o medicamentos (APA, 2014).

B. La metodología

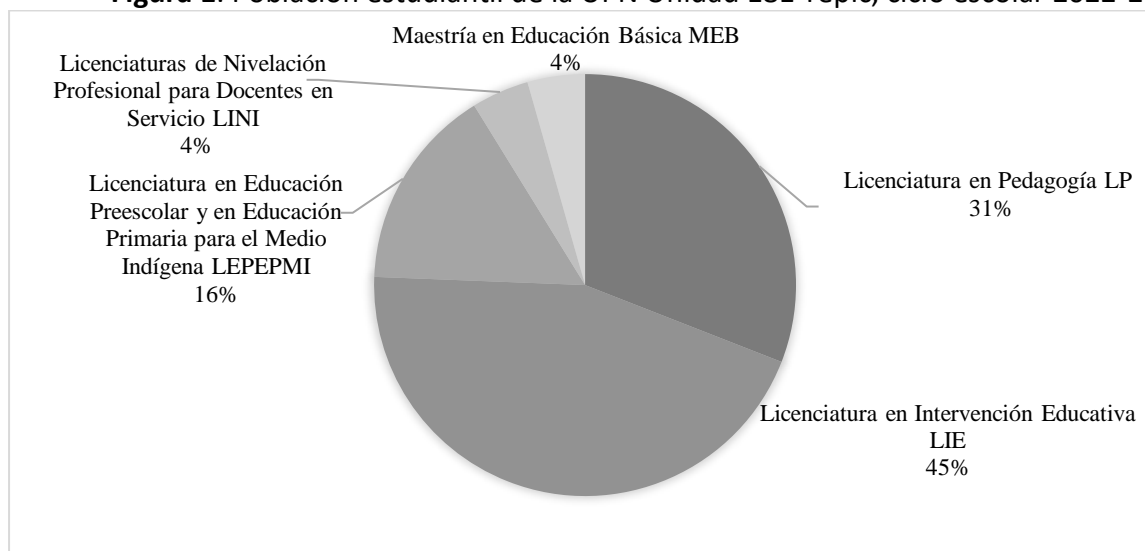
La metodología utilizada fue cualitativa (Hernández *et al.*, 2014), pues el estudio se enfocó en identificar los postulados delineados en los objetivos del estudio. Posteriormente, se articuló una fase cuantitativa que fundamenta la utilización de instrumentos diseñados para la recopilación de datos, los cuales se consideran fuentes primarias de información en este trabajo. Asimismo, se empleó un enfoque descriptivo (Cortés, 2004), con énfasis particular en la formulación de una propuesta de intervención socioemocional. Como componente central de esta metodología, se llevó a cabo una revisión bibliográfica sistemática para contribuir al desarrollo y reconocimiento de los elementos de este estudio.

La propuesta se fundamentó en conocimientos existente en el campo de la neuroeducación. Por un lado, se resaltan las necesidades fisiológicas esenciales para el óptimo funcionamiento cerebral, como el sueño, el ejercicio y la alimentación saludable, ya que estos factores son precursores de los neurotransmisores responsables de mantener una salud mental óptima. Por otro lado, se enfatiza la importancia de gestionar adecuadamente las emociones y promover el desarrollo integral de cada individuo.

C. Población y muestra

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la UPN Unidad 181 Tepic, con una población de 931 estudiantes, organizados como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Población estudiantil de la UPN Unidad 181 Tepic, ciclo escolar 2022-2023



Fuente: Elaboración propia con base en la base de datos administrativos (ciclo escolar 2022-2023) de la UPN Unidad 181 Tepic (2022)

Cabe señalar que no participaron los estudiantes de la maestría en Educación (MEB) debido a que cursaban un posgrado, ni los estudiantes de las licenciaturas de Nivelación Profesional para Docentes en Servicio (LINI) por ser de modalidad virtual, ni los estudiantes de la licenciatura en Educación Preescolar y en Educación Primaria para el Medio Indígena (LEPEPMI) por manejar un calendario escolar semipresencial. Esto significa que los programas que participaron fueron la licenciatura en Pedagogía (LP) y la licenciatura en Intervención Educativa (LIE), ambos en los turnos matutino y vespertino.

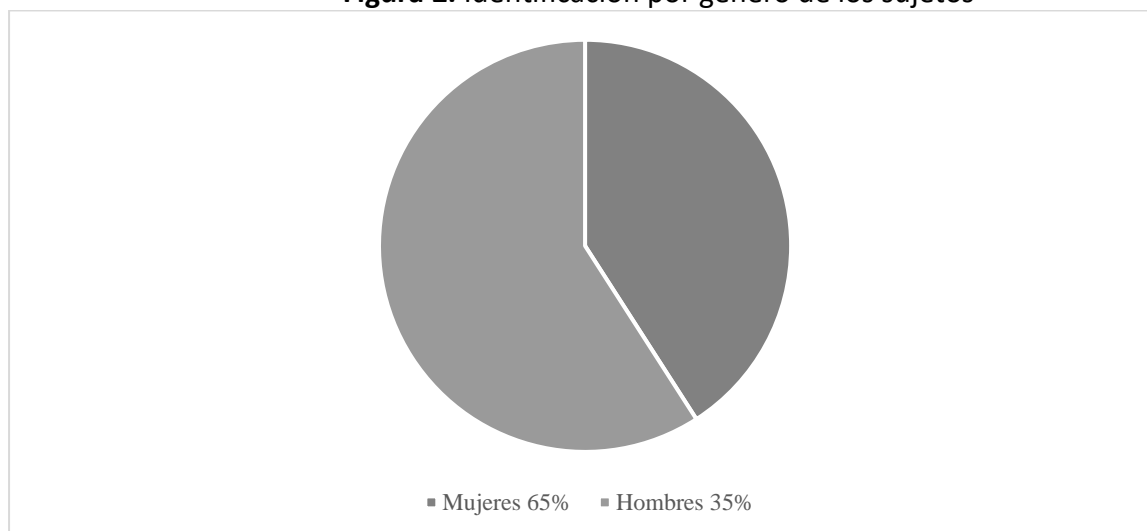
Se trabajó con un universo de 704 sujetos, de los cuales se tomó una muestra por conveniencia de 295 sujetos, con las características que se especifican a continuación:

Tabla 3. Rango de edades

Edad mínima	17 años
Edad media	20 años
Edad máxima	42 años

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Identificación por género de los sujetos

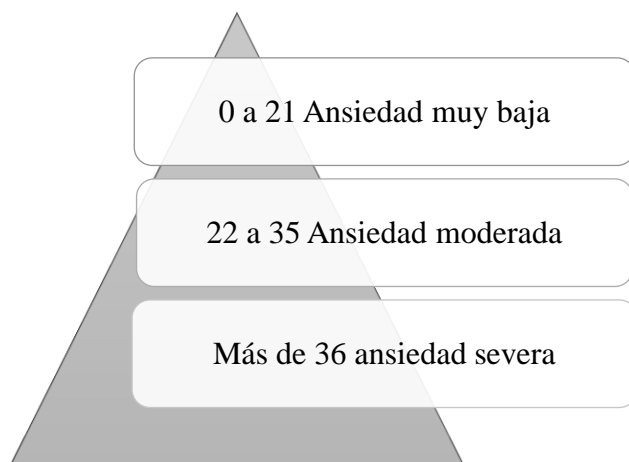


Fuente: Elaboración propia con base en los datos administrativos (ciclo escolar 2022-2023) de la UPN Unidad 181 Tepic (2022)

D. Las técnicas e instrumentos

Para caracterizar la salud socioemocional, específicamente los rasgos de ansiedad de los estudiantes de la UPN Unidad 181 Tepic, se diseñó un cuestionario estructurado para valorar los síntomas somáticos de ansiedad, tanto en desórdenes de ansiedad como en cuadros depresivos. El cuestionario diseñado estuvo constituido por 21 preguntas, con un rango de puntuación de entre 0 y 63. Los puntos de corte sugeridos para interpretar el resultado obtenido son los siguientes:

Figura 3. Rango de puntuación del instrumento Inventario de Ansiedad de Beck



Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario de Ansiedad de Beck *et al.* (1988)

Cada ítem se puntúa de 0 a 3. La puntuación 0 corresponde a “en absoluto”, 1 a “levemente, no me molesta mucho”, 2 a “moderadamente, fue muy desagradable, pero podía soportarlo” y 3 a “severamente, casi no podía soportarlo”. La puntuación total es la suma de las puntuaciones de todos los ítems. Los síntomas hacen referencia a la última semana y al momento actual.

Por otra parte, se diseñó una entrevista abierta, denominada *Conociéndote*, con preguntas semiestructuradas. Este cuestionamiento giró en torno al siguiente planteamiento: ¿cómo impactan

las manifestaciones de rasgos de ansiedad derivado del uso de tecnologías en tu vida personal y en tu vida escolar?

Posteriormente, y para dar respuesta a la pregunta *¿Qué de las nuevas tecnologías detona los rasgos de ansiedad en los estudiantes?*, surgida del segundo objetivo específico, se elaboró un cuestionario con tres preguntas abiertas sobre el nombre, el género y el programa de educación superior que cursaban. Este contempló 20 interrogantes de opción múltiple para determinar qué elementos de las nuevas tecnologías producían en los sujetos manifestaciones físicas de rasgos de ansiedad.

Figura 4. Nuevas tecnologías



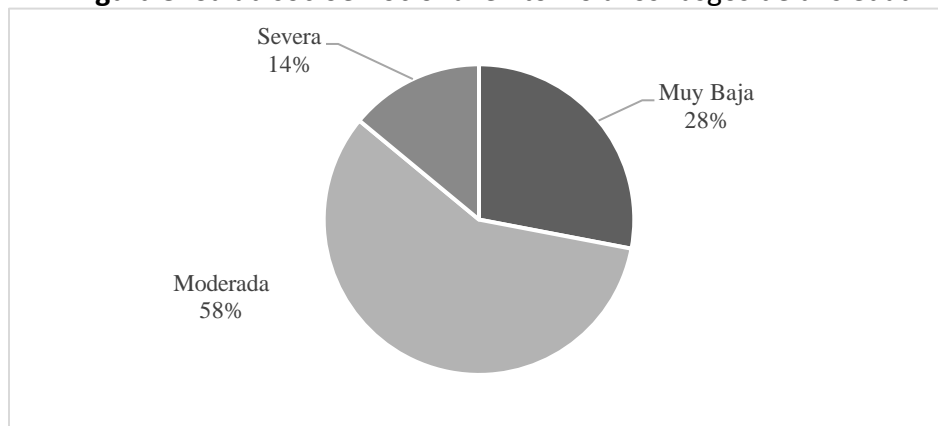
Fuente: Elaboración propia con base en Jasso y Amaro (2021)

Dentro de las manifestaciones físicas detonantes de rasgos de ansiedad se postularon 18 categorías explicadas en el siguiente apartado, que surge de la revisión literaria del DSM-5 (APA, 2014) y de la CIE-10 (PAHO, 2015). Asimismo, para el desarrollo del tercer objetivo específico se hizo una revisión bibliográfica sistemática tomando en cuenta a Bados (2015), Roca (2015) y Guillén (2017), quienes aportan la propuesta teórica, la cual fue transformada en la propuesta de intervención pertinente, para la atención de los rasgos de ansiedad provocados por el uso de las nuevas tecnologías.

Resultados

Para el procesamiento de los resultados, se utilizó la metodología descriptiva. Además, se efectuó una triangulación de la información entre las respuestas del segundo instrumento y el formulario denominado *Las nuevas tecnologías*. El primero se enfocó en el primer objetivo específico, es decir, caracterizar la salud socioemocional en torno a los rasgos de ansiedad en los estudiantes.

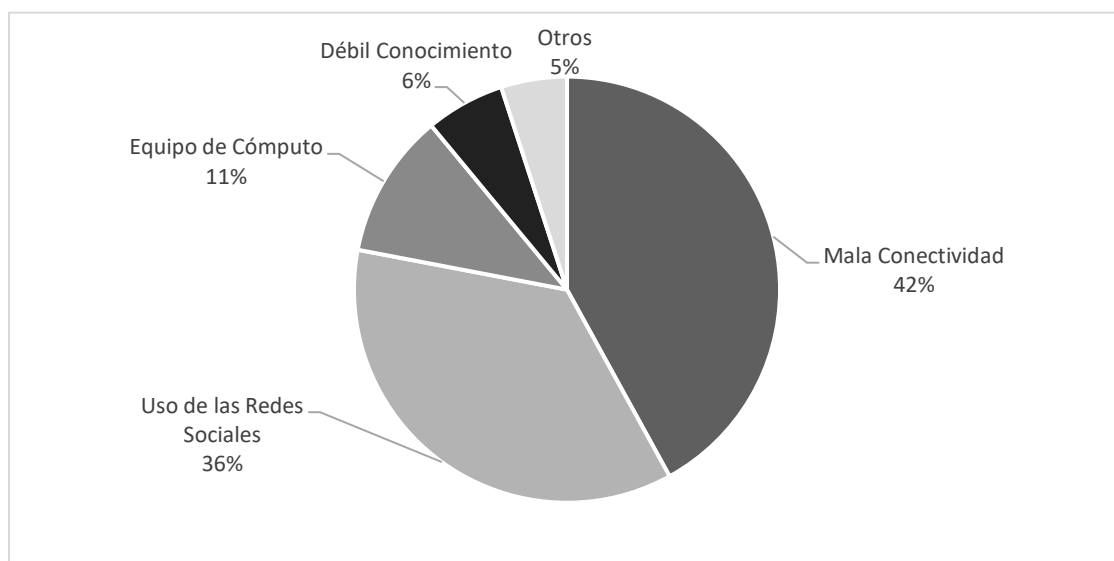
Figura 5. Salud socioemocional en torno a los rasgos de ansiedad



Fuente: Elaboración propia con base en el formulario Inventario de Beck

El tercer instrumento, enfocado en el reconocimiento del uso de las nuevas tecnologías y sus manifestaciones en rasgos de ansiedad, demostró que los problemas con la conectividad constituyen el elemento que mayormente dispara los rasgos de ansiedad de los estudiantes, seguido del uso de redes sociales y el equipo de cómputo que utilizan. Posteriormente, se refirieron al débil conocimiento para usar elementos tecnológicos, ya sean dispositivos o aplicaciones durante la pandemia (figura 6).

Figura 6. Reconocimiento del uso de las nuevas tecnologías y sus manifestaciones en rasgos de ansiedad



Fuente: Elaboración propia con base en el formulario *Las nuevas tecnologías*

Es importante señalar que las categorías que se expresan en el formulario *Las nuevas tecnologías* se representan en orden de prelación de la siguiente manera (tabla 4): la primera columna establece el orden de prelación, la columna del medio la categoría señalada y la columna derecha el

porcentaje de estudiantes que manifestaron esa categoría como rasgo de ansiedad asociado al uso de las nuevas tecnologías.

Tabla 4. Prelación de categorías de rasgos de ansiedad

Orden	Categoría	Representación
1.	Preocupación constante	73 %
2.	Dolor de cabeza	67 %
3.	Atención, concentración y memoria	63 %
4.	Tensión muscular	49 %
5.	Dificultad para dormir	47 %
6.	Torpeza	43 %
7.	Taquicardia	42 %
8.	Pesimismo	40 %
9.	Miedo constante	35 %
10.	Sensación de peligro	39 %
11.	Inquietud motora	29 %
12.	Molestias estomacales	28 %
13.	Hormigueo	28 %
14.	Sensación de vacío	26 %
15.	Pensamientos obsesivos	25 %
16.	Impulsividad	25 %
17.	Alteraciones en la alimentación	23 %
18.	Falta de aire	20 %

Fuente: Elaboración propia

Por último, en este apartado se enfatiza la información obtenida a partir de las respuestas proporcionadas en la entrevista semiestructurada denominada *Conociéndote*, que constaba de la siguiente pregunta: ¿cómo impactan en tu vida personal y escolar las manifestaciones de rasgos de ansiedad derivados del uso de tecnologías?

Las respuestas se clasificaron en dos categorías principales: efectos neutros o positivos y efectos negativos. En tal sentido, se encontró una correlación directa entre los estudiantes que manifestaban efectos negativos y un mayor número de elementos relacionados con las categorías de ansiedad, en contraste con aquellos que reportaban efectos neutros o positivos. Con base en lo anterior, los hallazgos se presentan de manera esquematizada en la tabla 5.

Tabla 5. Efectos de las nuevas tecnologías en la vida personal

Vida personal	
Efectos neutros o positivos	Efectos negativos
En este aspecto, creo que no he tenido ningún problema.	He dejado mi vida social atrás y he batallado muchísimo para concentrarme en las clases, así como lidiar con comer en exceso.
No afectan en nada.	De manera que me estreso si no veo el celular, y si lo veo mucho tiempo ando de malas, se me olvida hacer algunas cosas dentro del hogar.
Trato de no darles mucho uso a las tecnologías.	En ocasiones me distraigo mirando videos o publicaciones y de la nada me olvidó de lo k [sic] estoy haciendo o le doy mucha importancia a eso y me siento mal conmigo misma.
Nada, se me hace más cómodo y sencillo todo.	Las personas que desarrollamos un TOC derivado de cualquier situación pasada, en mi caso, cada que tengo que realizar actividades en conjunto expuestas por los maestros, cuestiones personales, o aquellas que dependan de mí. Suelo trabajar la calma, pero el conjunto de todas ellas cuenta como factor que promueve en mí, la ansiedad.
No me afecta.	Un 100 % ya que se ha hecho indispensable en la vida diaria tanto como para la comunión y medios de distracción. Cambios en mi calidad de vida por la adicción y ansiedad qué me deja el uso excesivo de las tecnologías de la información y la comunicación.
Siento poca afectación.	Creo que hoy en día es muy común el rasgo de ansiedad, mucho más en los jóvenes, el usar tal vez de más el uso de la tecnología nos está haciendo depender de ella, incluso hasta emocionalmente.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la categoría *vida escolar* los hallazgos reconocidos fueron mayoritariamente negativos, con un discurso más estructurado al respecto, mientras que los efectos neutros o positivos son pocos y con respuestas breves (tabla 6).

Tabla 6. Efectos de las nuevas tecnologías en la vida escolar

Vida escolar	
Efectos Neutros o positivos	Efectos negativos
No afectan en nada.	Me suele distraer de mi concentración en las tareas o algunos otros temas. Empiezo a hacer trabajos y por preocuparme nunca termino.
Impacta un 90 %, ya que es necesaria para la nueva normalidad y la vida cotidiana.	Es muy difícil poder concentrarte cuando vez al maestro en una cámara explicando la clase ya que con un teléfono móvil no me acostumbro.
	Me afecta en el rasgo que puedo llegar a descuidar mis estudios, por estar viendo las redes sociales.
	¡En las clases! ¡Está exhausto! De tanta tecnología a diario.
	Los docentes quienes dejan las actividades ignoran la situación de cada estudiante. La cuestión es que muchas de las veces, como algo inconsciente se ponen de acuerdo todos los docentes para dejar tarea, es allí, cuando la ansiedad suele aparecer sin ser invitada.
	Creo que estrés, solo cuándo necesito subir contenido (por trabajo) o tampoco tengo datos.
	Yo tengo problemas de ansiedad desde hace 5 años. Al comenzar las clases en línea, yo desconocía cómo manejar el uso de las plataformas y el prender la cámara me provocaba ansiedad. Ya que era algo nuevo trabajar de esa forma y el no conocer a nadie. Los primeros días fue muy difícil.
	Puede llegar a ser una interrupción en el desempeño escolar del alumno, siento que no aprendo igual.
	A veces no se nota, sin embargo, la ansiedad está presente, a veces lo noto por dolor de cabeza cuando es mayor el uso de las tecnologías.
	Pues algo tediosos, algunos maestros quieren que hagamos magia según ellas <i>[sic]</i> por qué nosotros le sabemos todo a la tecnología.
	No me concentro, me duele la cabeza, no me deja pensar bien.

Fuente: Elaboración propia

Discusión

La pandemia de SARS-CoV-2 ha desencadenado una crisis sin precedentes en todas las esferas de la vida, en especial en la dimensión socioemocional, lo que ha tenido un impacto notable en el ámbito educativo. Además, la falta de inteligencia emocional ha dificultado la adaptación y la capacidad de aprender de formas nuevas y distintas a las habituales, lo que a su vez ha contribuido a la desestabilización del manejo y control de las emociones. En otras palabras, se puede afirmar que una parte del problema abordado en este trabajo radica en el escaso conocimiento sobre el uso de las nuevas tecnologías y sus implicaciones en la salud mental, por lo que es imperativo identificar qué aspectos de las nuevas tecnologías desencadenan los rasgos de ansiedad en los estudiantes.

Por lo tanto, se plantea la necesidad de comprender las condiciones mentales de los estudiantes de la UPN Unidad 181 Tepic, en particular en los programas de la licenciatura en Pedagogía y la licenciatura en Intervención Educativa, así como caracterizar estas condiciones y abordarlas de manera adecuada.

Las interrupciones en las trayectorias de aprendizaje se han vuelto evidentes, y el progreso en los planes y programas de estudio no se ha consolidado. Además, los entornos de aprendizaje no han sido los más apropiados; los estudiantes estaban acostumbrados a interactuar y colaborar en el proceso de aprendizaje, recibir retroalimentación positiva de sus profesores y experimentar la vida académica generando aprendizajes significativos a través del trabajo en equipo. La falta de estas experiencias ha llevado a cambios drásticos y muchos estudiantes no han logrado adaptarse o han experimentado problemas emocionales y síntomas de ansiedad.

En el contexto escolar, los rasgos ansiolíticos han sido muy prominentes en los últimos dos años como consecuencia de la pandemia del covid-19. De hecho, la presión sobre profesores y estudiantes para adaptarse a nuevas formas de trabajo ha generado incertidumbre, miedos, desesperación, desequilibrio, nerviosismo y tensión. De igual forma, la falta de acceso a la tecnología e internet, así como la dificultad en el manejo de las plataformas utilizadas para las clases han aumentado significativamente los rasgos de ansiedad en los estudiantes. Esto ha tenido un impacto en sus emociones y un marcado descenso en su rendimiento académico, lo que ha llevado a un aumento en las tasas de deserción y una disminución en la calidad y excelencia educativa.

Dadas estas circunstancias, se ha vuelto esencial diseñar una propuesta de intervención que beneficie directamente a todos los estudiantes de los dos programas de licenciatura mencionados anteriormente y, de manera indirecta, a toda la comunidad universitaria y las familias de los estudiantes. Esto fortalecerá el tejido social al fomentar la responsabilidad de los individuos hacia su salud integral, con un énfasis en su salud mental, y generará estrategias que contribuyan a su desarrollo académico y profesional.

Para ello, se han tomado como referencia los fundamentos teóricos y epistemológicos de Bados (2015), Roca (2015) y Guillén (2017), principalmente, para establecer que la propuesta de intervención se organiza en tres etapas, divididas en siete sesiones, que a su vez se llevan a cabo en sesiones semanales de tres horas de duración continua.

Tabla 7. Propuesta de intervención socioemocional para la atención de los rasgos de ansiedad como efecto del uso de las nuevas tecnologías

Etapa 1. La validación	
Primera sesión	<p>1. ACEPTA Estoy impulsiva o impulsivo por... Estoy triste por... Estoy preocupada o preocupado por... ESCUCHA ¿Qué quiere decirte esa emoción?</p> <p>2. AUTOCUESTIONA ¿Qué color tiene esa emoción? ¿Qué olor tiene esa emoción? ¿Qué sabor tiene esa emoción? ¿Qué ruido tiene esa emoción? ¿Qué intensidad tiene esa emoción? Cuando has ESCUCHADO tus emociones.</p> <p>3. TRANSFORMA Me permito estar sola o solo un rato. Me permito caminar y pasear. Me permito afirmaciones de gratitud. Me permito escribir mis emociones.</p>
Segunda sesión	<p>1. Retroalimentación. 2. Diario de validación emocional. 3. Trabajo de consciencia plena. Meditación.</p>
Etapa 2. Nuevo sentido	
Tercera sesión	<p>CUESTIONA Y RESPÓNDETE Escribe los tres mejores momentos gracias al uso de las nuevas tecnologías durante la pandemia. Escribe o dibuja lo más difícil del uso de las nuevas tecnologías durante la pandemia. Escribe lo que conociste de ti gracias al uso de las nuevas tecnologías. Esquematiza quiénes forman parte de tu red de apoyo en tu vida personal y en tu vida escolar. ¿A quiénes ayudaste durante esta etapa de la vida? ¿Crees que impactaste a alguien positivamente? ¿Cómo? Escribe una carta de agradecimiento a esta etapa. Hacemos un ritual de despedida quemando las cartas y agradeciendo.</p>
Cuarta sesión	<p>Escribe todo lo que quieres dejar ir de esta etapa. Escribe lo que quieres llevarte para continuar. Antes de la pandemia por covid-19 tenía... Ahora tengo... ¿Qué emociones siento más últimamente?</p>

	<p>Piensa en tus emociones y realiza una gráfica de pastel con el porcentaje de tus emociones. ¿En quién confío? ¿Quién te ayuda a sentirte mejor? Dibuja todo lo que disfrutas hacer. ¿Qué aprendiste de esta etapa? Dibuja todas las herramientas con las que cuentas que te ayudan a salir adelante y a aprender de la experiencia.</p>
Quinta sesión	<p>Dibuja lo que te hace ser fuerte. Dibuja o escribe algo de ti que quieres dejar ir. Haz un collage con imágenes con lo que quieres lograr en este año. Escribe tus metas y los pasos que tienes que llevar a cabo para cumplirlas. Date un regalo. Piensa en algo que necesites y busca hacerlo. Mis límites. Piensa en cosas que no quieres permitir de otros porque te lastiman. Elabora una línea del tiempo de tu vida. Marca momentos significativos durante la pandemia, tanto agradables como desagradables y los aprendizajes de cada uno. Siempre aprendemos algo. De nosotros depende darle significado. ¿Qué aprendí?</p>
Etapa 3. Herramientas	
Sexta sesión	<p>Explicación neurocientífica y ejemplos cotidianos óptimos. ALIMENTACIÓN. SUEÑO. EJERCICIO.</p>
Séptima sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distracción (registro). 2. Relajación (registro). 3. Imaginación positiva (registro). 4. Afrontar sin evitar (registro). 5. Respiración diafragmática lenta (registro).

Fuente: Elaboración propia con base en Bados (2015), Roca (2015) y Guillén (2017)

Conclusión

Al lograr alcanzar el primer objetivo específico, que se refiere a caracterizar la salud socioemocional en relación con los rasgos de ansiedad en los estudiantes en las dimensiones *escolar* y *personal*, se concluye que la mayoría de ellos presentan ansiedad moderada, seguidos por aquellos que experimentan ansiedad severa y, finalmente, un grupo con ansiedad muy baja, lo que destaca la urgente necesidad de abordar el tema de la salud mental.

Asimismo, se concluye, en relación con este objetivo, que existen más efectos negativos que positivos o neutros en las dimensiones personal y escolar, como factores que desencadenan los rasgos de ansiedad debido al uso de las nuevas tecnologías. Es decir, los estudiantes tienen más para decir sobre lo negativo que han experimentado, ya que estas dimensiones están interrelacionadas debido al impacto directo que generan.

En cuanto al segundo objetivo específico, que se enfoca en identificar los principales desencadenantes de los rasgos de ansiedad como resultado del uso de las nuevas tecnologías, se concluye que la mala conectividad y el uso de las redes sociales son las categorías más prevalentes entre los estudiantes, y la preocupación constante y el dolor de cabeza son los síntomas predominantes entre los jóvenes. Es importante destacar que todos los estudiantes presentan al menos tres rasgos de ansiedad, y este trabajo proporciona los elementos necesarios para su identificación.

Finalmente, al establecer los principales lineamientos para la creación de una propuesta de intervención socioemocional adecuada para abordar los rasgos de ansiedad como resultado del uso de las nuevas tecnologías en estudiantes de la UPN Unidad 181 Tepic, se concluye que esta intervención debe llevarse a cabo en tres etapas, divididas en siete sesiones.

Futuras líneas de investigación

En principio se debe evaluar la práctica de los profesores en esta intervención socioemocional, para lo cual se deben establecer criterios y grupos de evaluación docente y reconocer áreas de oportunidad tanto a nivel individual como colectivo. Posteriormente, se debe diseñar una propuesta de mejora continua basada en la evaluación realizada, lo que permitirá crear modelos didácticos pertinentes para mejorar dicha evaluación.

Agradecimientos

Se agradece al Lic. Abel Isiordia Aquino, director de la Universidad Pedagógica Nacional Unidad 181 Tepic; al Mtro. Efraín Moreno Arciniega, subdirector académico, y a la Lic. Juanita Marisol González, titular administrativa de esa institución, por los apoyos brindados para realizar y publicar la presente investigación. Con ello se impulsa una atención significativa para los estudiantes universitarios e, incluso, la mejora continua de sus procesos formativos en la docencia, lo cual, sin duda, beneficiará a la población del estado y del país.

Referencias

- Asociación Americana de Psiquiatría (2014). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DSM-5*. (5.ª ed.). Editorial Médica Panamericana. https://www.academia.edu/26044938/AMERICAN_PSYCHIATRIC_ASSOCIATION_MANUAL_DIAGNOSTICO_Y_ESTAD%C3%8DSTICO_DE_LOS_TRASTORNOS_MENTALES
- Bados, A. (2015). *Trastorno de ansiedad generalizada, guía para el terapeuta*. Editorial Síntesis.
- Beck, A., Epstein, N., Brown, G. and Steer, R. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56(6), 893-897. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3204199/>
- Bueno, D. (2015). *Neurociencia aplicada a la educación*. Editorial Síntesis.
- Cortés, M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación*. Universidad Autónoma del Carmen. http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf
- Espinosa, M., Zabaleta, J. y Mendoza D. (10 de octubre de 2018). La importancia de la salud mental. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/la-importancia-de-la-salud-mental/>
- Freud, S. (trad. 2016). *Inhibición, síntoma y angustia* (trad. J. Etcheverry). Amorrortu Editores.
- Guillén, J. (2017). *Neuroeducación en el aula. De la teoría a la práctica*. Createspace Independent Publishing Platform.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Jasso, L. C. y Amaro, M. (2021). Las ciudades mexicanas en la nueva normalidad: interacciones entre las tecnologías y el riesgo digital. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, (21), 1-17. <https://doi.org/10.32870/Pk.a11n21.663>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (1992). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*. OMS.
- Organización Panamericana de la Salud (2015). *Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud CIE-10*. (Ed. Esp.). Pan American Health Organization.
- Real Academia Española (s. f.). Ansiedad. En *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/ansiedad?m=form>
- Real Academia Española (s. f.). Síntoma. En *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/s%C3%ADntoma?m=form>
- Roca, E. (2015). *Cómo superar el pánico (con o sin agorafobia)*. ACDE Ediciones.
- Universidad Pedagógica Nacional Unidad 181 Tepic. (2022). Base de datos administrativos, ciclo escolar 2022-2023.

Implementación de un sistema de administración en una institución de educación superior federal

Implementation of an administration system in a federal higher education institution

Iscander Armando Ramírez Castañeda

TecNM – Instituto Tecnológico de Torreón

ixcander@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2613-2207>

Arturo González Torres

TecNM – Instituto Tecnológico de Milpa Alta

cann.azteca13@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-3337-7600>

José Omar Saldívar Correa

TecNM – Instituto Tecnológico de la Laguna

ing.josc1983@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-0334-3967>

Resumen

Se ha establecido para el Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación (DPPP) del Instituto Tecnológico de Torreón, perteneciente al Tecnológico Nacional de México (TecNM), la implementación del proyecto de mejora (denominado Sistema de Administración SISAD) para el mejor manejo de la información relacionada con diversos procedimientos académicos y administrativos. En dicha plataforma, se integran los módulos para la elaboración del programa de trabajo anual (PTA), programa operativo anual (POA), subpresupuestos, estructura educativa, requisiciones, viáticos, seguimiento de indicadores PTA, evaluación programática presupuestal (EPP), adecuaciones presupuestales y reportes. Estos módulos concentran el quehacer del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación, el cual ha permitido una mejor interacción de esta área con el Departamento de Recursos Materiales y Servicios, Departamento de Recursos Financieros, Departamento de Recursos Humanos, Departamentos Académicos y con las áreas de Compras y Almacén del instituto. Para la puesta en funcionamiento del Sistema de Administración SISAD, se utilizaron los lineamientos de la implementación de las fases de la gestión de proyectos de la guía *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) del Project Management Institute (PMI), las cuales contribuyeron a gestionar esta iniciativa usando un enfoque estructurado por fases. El resultado fue que se realizaron de una mejor manera los procedimientos del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación, con énfasis en lo concerniente al seguimiento de los proyectos e indicadores y al manejo del presupuesto institucional. En síntesis, se sigue usando el Sistema de Administración SISAD y, con ello, se ha mantenido de forma objetiva el trabajo institucional hacia el TecNM.

Palabras clave: sistema, administración, proyectos, indicadores, presupuesto.

Abstract

It has been established for the Department of Planning, Programming and Budgeting (DPPP) of the Technological Institute of Torreón, belonging to the National Technological Institute of Mexico (TecNM), the implementation of the improvement project called SISAD Administration System, for the better management of information related to various academic and administrative procedures. In said platform, the modules for the elaboration of the Annual Work Program (PTA), Annual Operative Program (POA), Sub-budgets, Educational Structure, Requisitions, Per diems, Monitoring of PTA Indicators, Budgetary Programmatic Evaluation (EPP), Budgetary Adjustments are integrated. and Reports. The previous modules concentrate the work of the Department of Planning, Programming and Budgeting, and that has allowed a better interaction of this area with the Department of Material Resources and Services, Department of Financial Resources, Department of Human Resources, Academic Departments and the areas of Purchasing and Warehouse of the Institute. For the implementation of the SISAD Administration System, the guidelines for the implementation of the project management phases of the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) guide of the Project Management Institute (PMI) were used, which contributed to managing this project using a phased approach. The result was that the procedures of the Planning, Programming and Budgeting Department were carried out in a better way, emphasizing what concerns the monitoring of projects and indicators and the management of the institutional budget. The SISAD Administration System continues to be used and with this, the institutional work towards the TecNM has been objectively maintained.

Keywords: system, administration, projects, indicators, budget.

Introducción

Investigaciones realizadas por Soto *et al.* (2020), Espinosa *et al.* (2021), Hasek y Ortiz (2021) y Pedraja-Rejas *et al.* (2021) subrayan la importancia del liderazgo como una habilidad esencial para mantener la competitividad de las instituciones, pues el rol de líder no se limita únicamente a gestionar los procesos de implementación, sino que también implica el apoyo al desarrollo, la gestión del cambio y la construcción de una cultura de calidad. De esta manera, se pueden intensificar los esfuerzos dirigidos a lograr la eficiencia institucional, como señalan Cuesta y Moreno (2021).

Con este enfoque en mente, en 2020, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) implementó el Sistema de Administración SISAD, el cual es aplicable a los 126 institutos tecnológicos federales y a los seis centros. Este sistema incluye diversas funcionalidades esenciales en el área de planeación, que son comunes a todos los tecnológicos y permiten aprovechar el potencial de las tecnologías de la información para mejorar la eficacia y eficiencia en el manejo de la información.

La optimización de los procesos y actividades en el área de planeación, que en última instancia tiene como objetivo mejorar la gestión administrativa, se fundamenta en la consecución de la visión, misión, estrategia y objetivos a corto, mediano y largo plazo del TecNM. Como sugieren Palomeque y Ruiz (2019), la gestión administrativa debe enfocarse en promover la implementación y dirección de la institución hacia metas específicas, que se incorporan en el plan estratégico de la organización.

Por otro lado, Mendivel *et al.* (2020) definen la gestión administrativa como la aplicación de estrategias y mecanismos para alcanzar los objetivos de la empresa, lo que subraya la importancia de tener claridad en los logros deseados. En otras palabras, la gestión administrativa es fundamental para alcanzar los objetivos de las empresas o instituciones (Anchelia *et al.*, 2021; Mendoza, 2019; Pacheco-Granados *et al.*, 2018), ya que implica una actividad consensuada, relacionada con la regulación, tanto en el sector público como privado, destinada a facilitar la planificación, asignación y flujo de información para la toma de decisiones y, en última instancia, lograr la eficiencia institucional.

Además, Vásquez y Farje (2020) sostienen que quienes desempeñan roles de gestión administrativa en una organización deben ejercer influencia sobre los empleados para alcanzar los objetivos deseados. Por lo tanto, los líderes administrativos deben destacar por su capacidad de liderazgo para garantizar una gestión eficaz y cumplir con sus funciones de manera eficiente. Asimismo, son responsables de diseñar estrategias de gestión necesarias para impulsar el cambio, monitorear el proceso y tomar medidas en función de las necesidades, adaptando estas estrategias según corresponda a las necesidades de la organización (Tito *et al.*, 2020).

Definición de sistema de administración

“un conjunto de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo con las necesidades de una empresa, recopila, elabora y distribuye la información necesaria para la operación” (Morera, 2022, p.97).

“La implementación de un sistema de administración es una decisión importante que debe tomarse cuidadosamente para garantizar el éxito” (Knapp, 2022, p. 4).

“Los sistemas de administración son una herramienta importante para las universidades. Pueden ayudar a las instituciones a mejorar la eficiencia, la eficacia y la transparencia de sus operaciones” (López, 2023, p. 2).

Beneficios de los sistemas de administración

Los Sistemas de Información, apoyan la toma de decisiones empresariales, la coordinación y el control en los diferentes niveles de la estructura organizativa, así como también son considerados de utilidad para el análisis de problemas, (Vargas Et al., 2019). En palabras de Smith (2020), “los sistemas de administración pueden ayudar a las universidades a mejorar la eficiencia, la eficacia y la transparencia de sus operaciones. Los sistemas de administración también pueden proporcionar a las universidades información valiosa para la toma de decisiones” (p. 10).

Factores por considerar en la implementación de un sistema de administración

Los siguientes son algunos de los factores que se deben considerar para la implementación de un sistema de administración (Brown, 2023), ya que es un proceso complejo que requiere una planificación cuidadosa: los objetivos de la universidad, las necesidades de la universidad, el presupuesto de la universidad, el apoyo de la administración y la participación de los usuarios.

Etapas de la implementación de un sistema de administración

La implementación de un sistema de administración generalmente se realiza en las siguientes etapas (Jones, 2019): planificación, implementación, migración, pruebas e implementación final. Según Smith (2018), en el mundo existen diversos ejemplos de sistemas de administración aplicados a universidades. Algunos de los más conocidos incluyen SAP ERP, Oracle EBS, Microsoft Dynamics NAV, Blackboard Learn y Canvas LMS.

Por su parte, Vargas et al. (2019) señalan:

Los Sistemas de Información se consideran instrumentos necesarios que contribuyen en el procesamiento de datos para generar información de utilidad para la toma de decisiones gerenciales, así como para respaldar cada una de las operaciones desarrolladas en las organizaciones. (p. 3).

Por otra parte, Knapp (2022) explica lo siguiente: “Un estudio reciente encontró que las universidades que implementaron un sistema de administración experimentaron mejoras significativas en la eficiencia, la eficacia y la transparencia de sus operaciones” (p. 10).

Planteamiento del problema

En el Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación del Instituto Tecnológico de Torreón se enfrentaba el desafío de la gestión, control, supervisión y seguimiento deficientes en diversos procesos académico-administrativos, los cuales se relacionaban con la gestión de proyectos e indicadores en el Programa de Trabajo Anual (PTA) de las distintas áreas directivas, el control presupuestario en el Programa Operativo Anual (POA) que administra el plantel, y los plazos requeridos por las diversas áreas directivas para proporcionar la información solicitada por el Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación.

En este contexto, la implementación del Sistema de Administración SISAD se centra en transformar los procesos que anteriormente se llevaban a cabo de forma manual y en papel, lo que propiciaba errores humanos y duplicaba el tiempo, esfuerzo y recursos para corregir los procedimientos adecuadamente. En pocas palabras, tanto en el Instituto Tecnológico de Torreón como en el Tecnológico Nacional de México (TecNM) no se contaba con un sistema informático de gestión que tuviera la capacidad de llevar a cabo tanto las actividades operativas como las que estaban definidas en los sistemas de gestión de calidad de la organización.

Justificación

El Instituto Tecnológico de Torreón es un plantel que ofrece educación superior tecnológica y ha brindado servicios educativos de calidad a lo largo de 47 años, de ahí que era fundamental actualizar y mejorar sus procesos académico-administrativos para cumplir con los requisitos cambiantes del entorno profesional globalizado. Por esta razón, la implementación del Sistema de Administración SISAD, a cargo del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación del Instituto Tecnológico de Torreón, permitirá impulsar un cambio en la cultura de trabajo del personal y aprovechar las herramientas digitales disponibles.

Enunciado de investigación

La implementación del Sistema de Administración SISAD —a cargo del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación en el Instituto Tecnológico de Torreón— contribuirá a generar mejor información que favorezca en la toma de decisiones en el quehacer diario para la administración de la institución educativa.

Objetivo general

Implementar el uso del sistema de administración SISAD a cargo del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación en el Instituto Tecnológico de Torreón para la mejora continua de diversos procedimientos académico-administrativos.

Objetivos específicos

Mejorar el manejo, control, supervisión y seguimiento de la información del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación con el fin de impactar positivamente en el Sistema de Gestión de Calidad.

Implementar el uso del sistema de administración SISAD en el Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación en todos sus procesos operativos, a partir del año 2021.

Implementar el uso del sistema de administración SISAD en todas las áreas directivas para el manejo de dos procedimientos: a) solicitud de compra de bienes y servicios, y b) reportar avances de indicadores PTA, ambos a partir del semestre agosto a diciembre del año 2022.

Métodos y materiales

El estudio desarrollado tuvo un enfoque cuantitativo-descriptivo, pues el propósito principal fue analizar la naturaleza y el uso de los distintos módulos que integran el Sistema de Administración SISAD en el Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación del Instituto Tecnológico de Torreón.

Para ello, la metodología empleada para gestionar este proyecto de mejora se ha dividido de acuerdo con las fases establecidas en la guía del Cuerpo de Conocimiento de Gestión de Proyectos (*Project Management Body of Knowledge*, PMBOK) del Project Management Institute (PMI). Estas fases incluyeron lo siguiente: inicio del proyecto, planificación del proyecto, ejecución del proyecto, seguimiento y control, y cierre del proyecto.

En la primera fase (inicio), se establecieron los requisitos generales para la implementación y uso del Sistema de Administración SISAD por parte del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación. Estos requisitos se relacionaron con la validación y el registro del plan de trabajo anual y del programa operativo anual del Instituto Tecnológico de Torreón ante el Tecnológico Nacional de México.

Los requisitos específicos se dividieron en dos categorías principales. En el primer bloque, el actor principal fue el jefe del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación, y se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Capacitación del jefe del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación, quien tenía la responsabilidad directa de administrar las cuentas, accesos y configuraciones necesarios para iniciar operaciones en el sistema.
2. Solicitud de información y documentación a las demás áreas directivas, con las que se debía trabajar para cada procedimiento en el sistema.
3. Proceso de captura y validación de dicha información.
4. Cumplimiento de las fechas oficiales de entrega de información de cada procedimiento.

En el segundo bloque de requisitos, los actores principales eran los usuarios directivos, y se llevaron a cabo las siguientes actividades:

1. Capacitación para el procedimiento de informes de sus indicadores trimestrales y el procedimiento de compra de bienes o servicios.
2. Asegurarse de que todos estos usuarios conocieran la información de su PTA y POA.
3. Familiarizarse y cumplir con las normativas de los manuales académico-administrativos.

En la segunda fase (planificación), una vez que se completó la capacitación para el manejo del Sistema de Administración SISAD, se definió el plan de ejecución de los diversos procedimientos a cargo del jefe del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación. Esto se reflejó en un cronograma, que se resume en la siguiente tabla.

Tabla 1. Plan del tiempo de implementación y operación del Sistema de Administración SISAD en el TecNM - Instituto Tecnológico de Torreón.

N.º	Procedimientos del DPPP	Fecha de inicio	Fecha de fin	Recursos	MESES																	
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D						
0	Capacitación del SISAD	01 mar 2021	26 nov 2021	Manuales y asesorías en línea.																		
1	Programa de Trabajo Anual (PTA)	01 oct 2021	31 oct 2021	Proyectos y metas																		
2	Programa Operativo Anual (POA)	03 nov 2021	29 nov 2021	Información presupuestal																		
3	Subpresupuestos	03 nov 2021	29 nov 2021	Fechas para eventos oficiales																		
4	Estructura Educativa	07 feb al 11 mar 2022	12 sep al 11 oct 2022	Información de Recursos Humanos																		
5	Requisiciones	10 ene 2022	15 dic 22	Información de PTA y POA																		
6	Viáticos	10 ene 2022	15 dic 2022	Información de PTA y POA																		
7	Seguimiento de indicadores PTA	01 abr 2022	05 oct 2022	Información de PTA																		

8	Evaluación Prog. Presupuestal (EPP)	01 abr 2022	30 ago 2022	Información de POA														
9	Adecuaciones presupuestales	02 may 2022	30 sep 2022	Información de PTA y POA														
10	Reportes	10 ene 2022	15 dic 2022	Información presupuestal														

Fuente: Elaboración propia

Aunado de esta etapa, se definieron las responsabilidades de los participantes. En la siguiente tabla se enseña un ejemplo de la responsabilidad general que debe asumir cada miembro directivo al estar interactuando en el ambiente del Sistema de Administración SISAD.

Tabla 2. Responsables en las diversas fases de trabajo en Sistema de Administración SISAD

Fase de trabajo	Responsable
La solicitud de información.	Jefe del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación.
El inicio de la captura de la información.	Responsables de jefaturas académicas, de planeación y de servicios administrativos.
El fin de la captura de la información.	Responsables de jefaturas académicas, de planeación y de servicios administrativos.
El envío y seguimiento de la información capturada.	Jefe del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación.
El envío y revisión de la información capturada.	Subdirector respectivo.
El envío y revisión de la información autorizada.	Director.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, dentro de esta fase, la implementación del Sistema de Administración SISAD generó una nueva manera de trabajar en los roles del personal directivo, según la siguiente tabla.

Tabla 3. Roles en el equipo del proyecto

Rol en el proyecto	Responsabilidad
Director	Autorizar los procedimientos
Subdirector de Planeación y Vinculación	Revisor de procedimientos
Jefe. Planeación, programación y Presupuestación	Seguimiento a la captura de información en los módulos de cada procedimiento
Jefa Actividades Extraescolares	Captura de información
Jefa Gestión Tecnológica y Vinculación	Captura de información
Jefa Servicios Escolares	Captura de información

Jefa Centro de Información	Captura de información
Subdirector Académico	Revisor de procedimientos
Jefe Ingenierías	Captura de información
Jefa Ciencias Básicas	Captura de información
Jefa Ciencias Económico Administrativo	Captura de información
Jefe División de Estudios de Posgrado e Investigación	Captura de información
Jefe Desarrollo Académico	Captura de información
Jefe División de Estudios Profesionales	Captura de información
Subdirectora de Servicios Administrativos	Revisor de procedimientos
Jefa Recursos Humanos	Captura de información
Jefe Recursos Materiales y Servicios	Captura de información
Jefa Recursos Financieros	Captura de información
Jefe Mantenimiento de Equipo	Captura de información

Fuente: Elaboración propia

En la tercera fase (ejecución), se revisaron diversos aspectos para su claridad y objetividad, tanto para el jefe del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación responsable directo del Sistema de Administración SISAD como para los demás participantes del consejo directivo que, en conjunto, son quienes finalmente tienen la responsabilidad de reportar, generar, dar seguimiento, revisar y autorizar la información institucional. Los aspectos para tener en cuenta fueron los siguientes:

1. Unidades de medida

Las unidades de medida que se utilizan en el Sistema de Administración SISAD son variadas, ya que abarcan un gran rango que van en función de los artículos que se dan de alta para el procedimiento de adquisición de bienes y servicios.

2. Niveles de precisión y exactitud

El Sistema de Administración SISAD está diseñado de tal forma que conjunta la información del Programa de Trabajo Anual con la del Programa Operativo Anual. Esto permite tener una gran precisión en cuanto a la información numérica, así como una gran exactitud en cuanto a validaciones y candados. De esta manera, cuando se está trabajando en un proceso determinado, solo estará disponible la información necesaria y actualizada de ese procedimiento.

3. Umbrales de control

Al ser el SISAD un Sistema de Administración en donde se genera información de alto nivel para la toma de decisiones, cuenta con los controles necesarios para que los datos sean seguros y consistentes. Esto se gestiona a través de una cuenta de administrador, quien establece los accesos y configuraciones que solo deben usar los demás usuarios del sistema, lo cual permite el control y el restablecimiento de la información institucional.

4. Reglas para la medición de desempeño

Una de las funcionalidades del Sistema de Administración SISAD es que permite la medición de desempeño de las actividades que realiza cada área directiva de la institución según el apartado de

seguimiento de indicadores. Asimismo, esta información sirve de base para la medición de los indicadores de calidad, los cuales son una comparativa de desempeño de cada área.

5. Descripciones de los procedimientos

A continuación, se describen los procedimientos que realizará en el Sistema de Administración SISAD el jefe del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación, con la participación de los demás integrantes del consejo directivo.

Tabla 4. Descripción de procedimientos

Programa de trabajo anual. Control y seguimiento de los ejes estratégicos, objetivos, líneas de acción, proyectos, acciones e indicadores que se emplean para alcanzar las metas propuestas.
Programa operativo anual. Control y seguimiento del presupuesto trazado en cada uno de los proyectos, acciones e indicadores para dar cumplimiento a las metas propuestas.
Subpresupuestos. Control de las solicitudes que deban ser autorizadas por el TecNM para que sea liberado el recurso a utilizar en el cumplimiento de alguna meta.
Estructura educativa. Control y seguimiento de la información de los trabajadores con plaza junto con la información de sus actividades académicas y/o administrativas
Requisiciones. Control en el proceso de la compra de un bien material o de adquisición de un servicio requerido por la institución.
Viáticos. Control en el proceso de la documentación probatoria del uso de viáticos para algún trabajador en el desempeño de sus responsabilidades.
Seguimiento de indicadores. Control del desempeño alcanzado por cada una de las áreas académicas y administrativas del instituto.
Evaluación programática presupuestal. Control y seguimiento del recurso programado contra lo ejercido en un periodo determinado.
Adecuaciones presupuestales. Control de los ajustes de reducciones y ampliaciones en los montos de todos los proyectos, acciones e indicadores que se requieran hacer.
Reportes. Seguimiento a lo realizado en cada proyecto, indicador, meta y presupuesto asignado a cada área académica y administrativa del instituto

Fuente: Elaboración propia

La cuarta fase (seguimiento y control) se desarrolló teniendo en cuenta los riesgos que pudieron haberse presentado durante la implementación del proyecto. Debido a que el Sistema de Administración SISAD es un mecanismo de apoyo para la mejor gestión del Instituto Tecnológico de Torreón, su operación generó incertidumbre en los usuarios que lo utilizaron, por lo que fue importante considerar acciones que contrarrestaran esta situación. A continuación, se presentan cinco riesgos conforme se implementaba el proyecto.

Tabla 5. Riesgos detectados en el proceso de implementación

Riesgo	Descripción	Posibles consecuencias	Tipo de riesgo
Mala capacitación a los usuarios del SISAD	Poca o deficiente capacitación a los usuarios que operan el SISAD.	Entrada de información deficiente y por lo tanto los datos generados no serán confiables.	Alto
Resistencia al uso del SISAD	Negación de los usuarios para trabajar los procedimientos en el SISAD.	Procedimientos llevados aún a mano y susceptibles a que se sigan cometiendo errores en la generación de datos.	Moderado
Mal manejo de la información en el SISAD	Se trabaja con mala intención o no se quieren trabajar los procedimientos como es debido.	Generación errónea de información o tiempo de respuesta largo para su generación.	Alto
Cambio de área directiva para un usuario del SISAD	Al haber un nuevo usuario directivo, cambia la naturaleza de la información a reportar.	Atrasar la operatividad de lo que se debe generar en el SISAD, por lo que se debe programar una capacitación al nuevo usuario.	Bajo
Disponibilidad del SISAD	Al estar alojado el SISAD en servidores del TecNM (nivel central), se depende de esa dependencia.	Al presentarse fallos en dicho servidor, dejaría incomunicados a todos los usuarios respecto a la información que manejan.	Alto

Fuente: Elaboración propia

Luego se hizo el análisis de las implicaciones que conllevó, conforme a la siguiente tabla.

Tabla 6. Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos detectados

Riesgo	Análisis cualitativo	Análisis cuantitativo	Reserva de dinero/tiempo
Mala capacitación a los usuarios del SISAD	Al percibirse aburrida la capacitación, ya no se le pone atención a los módulos del SISAD.	La capacitación sería para todos los directivos y abarcaría tiempo de más.	Implicaría programar varias sesiones para dar la atención adecuada.
Resistencia al uso del SISAD	Postura de no querer trabajar los procedimientos en el SISAD por parte de un usuario.	Es inevitable la aparición masiva de errores al volver a trabajar a mano.	Usar el doble de hojas y el doble de tiempo en volver a rehacer lo mismo.
Mal manejo de la información en el SISAD	A pesar de tener validaciones y candados, el usuario introduce datos erróneos.	Al introducir datos erróneos, el 100 % de información no será de provecho.	Implica volver a empezar un procedimiento con datos confiables.
Cambio de área directiva para usuario SISAD	Volver a revisar los procedimientos con los nuevos usuarios.	Se corre el alto riesgo de provocar un atraso total en sistema.	Reprogramar tiempo y espacio para capacitar a los usuarios.

Disponibilidad del SISAD	Al trabajar con poco tiempo generaría información no revisada.	De presentarse un fallo en el servidor, habría procedimientos que no se entreguen.	Trabajar de manera manual y tener duplicada la información.
--------------------------	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

Ante tales riesgos, se definió el siguiente plan de respuesta, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Plan de respuesta a los riesgos detectados

Riesgo	Acción requerida	Responsable	Fecha de realización	Evidencia de la eficacia de la acción
Mala capacitación a usuarios SISAD	Seccionar la capacitación por procedimientos.	Jefe del DPPP y usuarios interesados.	A al inicio de cada semestre.	Curso de capacitación realizado.
Resistencia al uso del SISAD	Explicación, interpretación y aplicación de los procedimientos.	Alta Dirección y jefes de los Departamentos del plantel.	Énfasis al inicio de cada semestre y en el uso diario.	Documentos y reportes generados en SISAD.
Mal manejo de la información en el SISAD	Concentrar la información y realizar un análisis antes de pasarla al SISAD.	Jefe del DPPP y demás áreas directivas.	Previo al inicio de cada procedimiento.	Documentos y reportes generados a través del SISAD.
Cambio de área directiva para un usuario del SISAD	Programar nuevas capacitaciones y dar la tutoría hacia los nuevos usuarios.	Jefe del DPPP y nuevos usuarios directivos.	Al presentarse el cambio de área directiva de un usuario.	Curso de capacitación realizado.
Disponibilidad del SISAD	Contar con la disponibilidad de otro alojamiento.	Dirección de TIC del TecNM.	Permanentemente al fallar el servidor principal.	Accesibilidad y operatividad para usuarios.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se consideran las acciones por implementar en caso de presentarse riesgos con algún procedimiento del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación.

Tabla 8. Riesgos en los procedimientos del DPPP

Tipo de riesgo	Acción a implementar
No se autorice el PTA	Definir los proyectos pertinentes a cada área directiva con tiempo.
No se autorice el POA	Ajustar recursos a utilizarse para todos los proyectos.
No se autoricen los subpresupuestos	Presentar lo más completamente posible la información necesaria para la liberación del recurso.

No se autorice la estructura educativa	Conjuntar con las áreas de Recursos Humanos y Académicas, los datos necesarios y actualizados.
Errores en la requisición	Cotizar y recabar la información más pertinente de acuerdo a las necesidades reales de un área determinada.
No comprobación en los viáticos	Dar a conocer el lineamiento por el cual se deben comprobar los viáticos cuando se cumple una comisión.
No se autorice el seguimiento de indicador	Recabar lo más exactamente posible el desarrollo y desempeño de una meta establecida.
No se registre la evaluación Programática presupuestal	Revisar la información contable mes por mes, de modo que se pueda prever la corrección de algún dato antes de registrarlo.
No se autorice la adecuación presupuestaria	Apegarse a las consideraciones emitidas por el TecNM y la Administración Pública Federal.

Fuente: Elaboración propia

Para la quinta fase (cierre del proyecto), se determinó el plan de las adquisiciones de un bien o servicio, tal como lo indica el instructivo de trabajo para la realización de compras directas, procedimiento en el cual participan todas las demás áreas directivas dentro del Sistema de Administración SISAD. Este plan consideró los siguientes análisis:

1. Documentos de las adquisiciones

Al realizar el procedimiento de adquisición de un bien o servicio, en el Sistema de Administración SISAD se concentran los siguientes formatos: Formato para Requisición de Bienes y Servicios (TecNM-AD-IT-001-03), Formato de Orden de Compra de Bienes o Servicios (TecNM-AD-IT-001-05), Formato de Entrada/Salida Simultanea (TecNM-AD-IT-001-05), factura del proveedor y solicitud para la realización de pago.

2. Procedimiento para adquisiciones

A continuación, se muestra la descripción del procedimiento seguido para la adquisición de un bien o servicio.

Tabla 9. Descripción del diagrama del procedimiento de adquisición junto con los plazos mínimos y máximos entre una actividad y otra

SECUENCIA DE ETAPAS	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	PLAZO
1. Vo. Bo.	El departamento solicitante obtiene el visto bueno de su jefe(a) inmediato para hacer requisición.	Departamento solicitante	1 día
2. Cotización y factura	La oficina de Adquisiciones realiza la cotización de lo solicitado y la solicitud de la factura.	Departamento Recursos Materiales	1 a 3 días
3. Elabora requisición	Con base en los proyectos, partidas y presupuestos autorizados, el solicitante elabora la requisición.	Departamento solicitante	

4. Autoriza requisición	Revisa, autoriza requisición y concentra datos para su control.	DPPP	1 día
5. Autoriza requisición	Revisa y autoriza la requisición.	Subdirección	
6. Autoriza requisición	Revisa y autoriza la requisición.	Dirección	
7. Imprime y junta firmas	Al tener todas las autorizaciones, se imprime la requisición para recabar las firmas autógrafas. Se entrega en la oficina de Adquisiciones.	Departamento solicitante	
8. Hace orden de compra	La oficina de Adquisiciones elabora la orden de compra del bien o servicio TecNM-AD-IT-001-05	Departamento Recursos Materiales	1 día
9. Proveedor surte	El proveedor entrega material solicitado a la oficina de Almacén, la cual revisa que cumpla con especificaciones. En caso de servicio, atiende lo solicitado.	Departamento Recursos Materiales	1 a 4 días
10. Hace entrada/salida o liberación de servicio	Si se trata de un insumo, se elabora vale de entrada/salida y notifica al departamento solicitante. En caso de servicio, se integra la documentación para el pago en caso de cumplimiento.	Departamento Recursos Materiales	1 día
11.A Recibe insumo o servicio	Recibe material y firma vale de entrada/salida de almacén.	Departamento solicitante	
11.B Conjunta documentos para SP a DRF	La oficina de Almacén prepara la documentación de solicitud de pago para Recursos Financieros.	Departamento Recursos Materiales	
12. Tramita y emite pago	Con la documentación de solicitud de pago completa, se tramita y emite el pago al proveedor.	Departamento Recursos Financieros	1 a 3 días

Fuente: Elaboración propia

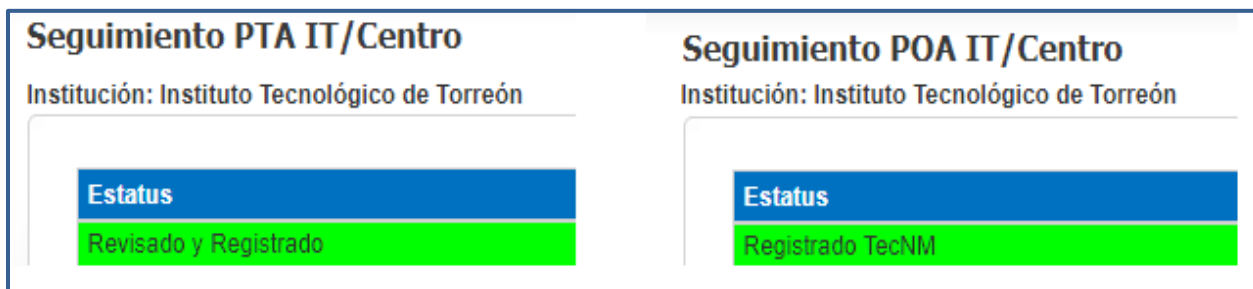
Resultados

A continuación, se describen los resultados luego de usar el Sistema de Administración SISAD por parte del Departamentos de Planeación, Programación y Presupuestación.

En cuanto al Programa de Trabajo Anual y el Programa Operativo Anual, ambos son documentos que posibilitan que el Instituto Tecnológico de Torreón obtenga las aprobaciones necesarias por parte del Tecnológico Nacional de México para llevar a cabo sus actividades académicas y administrativas. Asimismo, permiten acceder a los recursos necesarios para cumplir con la misión y visión de la institución.

Los resultados concretos en este ámbito incluyen un plan de trabajo anual autorizado y un programa operativo anual registrado, ambos ante el TecNM, como se ilustra en la figura siguiente.

Figura 1. Autorización de PTA y POA anual



Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

En cuanto a los subpresupuestos, se concentran las solicitudes que deban ser autorizadas para que sea liberado el recurso utilizado en el instituto para el cumplimiento de alguna meta.

Figura 2. Ejemplo de concentrado de subpresupuestos

Programado Subpresupuestos		
Programado		
Partida	Área	Acción
33604	DEPI	2.2.3-5-1
38201	DRH	1.3.2-22-1
38201	DRH	1.3.2-23-1
38301	DGTV	5.1.3-3-1
38301	DCB	4.1.4-5-1
44101	DAE	3.1.2-2-1
44101	DAE	3.2.3-5-1
44102	DCB	4.1.4-5-1
44102	DEPI	1.4.2-33-1
44102	DEPI	1.4.4-39-1

Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

Para la estructura educativa, se concentra la información de los trabajadores con plaza junto con la de sus actividades académicas. De esta manera es más sencillo y rápido detectar algún desajuste con la operatividad de sus responsabilidades académicas o administrativas.

Figura 3. Los dos procesos de estructura educativa reportados en el año 2021

Seguimiento Est Educ					
<input type="button" value="Regresar"/>					
	Número	Periodo	Fecha	Nombre de Materia	Estatus
	1	Enero-Junio 2021	12/Mar/2021	Largo	Visto Bueno Jefe de Área
	2	Agosto-Diciembre 2021	16/Sep/2021	Largo	Visto Bueno Jefe de Área

Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

En el tema de requisiciones, se enlazan los diferentes procesos, que van desde que un área genera una requisición hasta que esta es atendida por los departamentos que inciden en el proceso de la compra de un bien o servicio. En caso de haber algún ajuste en cualquier parte del recorrido de la requisición, se pueden hacer las modificaciones necesarias para que tenga buen término dicha requisición. Aquí participan las demás áreas directivas de la institución.

Figura 4. Ejemplo de requisición elaborada

	Formato para Requisición de Bienes y Servicios. Referencia a la norma ISO 9001:2015 6.1, 7.1.1, 7.1.5.2, 8.2, Referencia a la norma ISO 14001:2015 4.2, 6.1, 7.1, Referencia a la norma ISO 50001:2018 8.3	Código: TecNM-AD-IT-001-03 Revisión: 0 Hoja 1 de 1			
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TORREÓN REQUISICION DE BIENES Y SERVICIOS				
	Fecha: 09/Mar/2021	Folio No: REQ/IP/DPPP/2021/0003			
NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL ÁREA SOLICITANTE: ISCANDER ARMANDO RAMIREZ CASTAÑEDA FECHA Y ÁREA SOLICITANTE: 10/Mar/2021 Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación					
¿Los bienes o servicios están contemplados en el Programa Operativo Anual? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
CLAVE PRESUPUESTAL	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O SERVICIOS	COSTO ESTIMADO TOTAL + I.V.A.
25305E010362-1-5-1	21401	1.00	Pieza	MEMORIA USB ADATA DASHDRIVE UV128	253.00
T O T A L					253.00
LO ANTERIOR PARA SER UTILIZADO EN LA ACCION: 6.2.1-5-1 Gestionar los recursos para la implementación, coordinación y supervisión del programa de trabajo elaborado. Será utilizado para la adquisición de memoria usb de 128 gb, para las actividades del laboratorio de cómputo.					
Vo. Bo. NOMBRE Y FIRMA DEL SUBDIRECTOR JOSE ANTONIO ARIAS FERNANDEZ AIF846395J8A		Vo. Bo. NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE DEPARTAMENTO DE PLANEACION, PROGRAMACION Y PRESUPUESTACION ISCANDER ARMANDO RAMIREZ CASTAÑEDA RACI83086UZ4		Vo. Bo. NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR JOSE OMAR SALDIVAR CORREA SAC0831109S43	
TecNM-AD-IT-001-03			REV. 0		

Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

En el tema de los seguimientos de indicadores del plan de trabajo anual (PTA), se ha reportado de manera trimestral el avance de cada proyecto, indicador y meta que cada área directiva tiene asignada bajo su responsabilidad. Además, se tiene la facilidad de revisar el concentrado de todos los trimestres, lo cual sirve para la oportuna toma de decisiones.

Figura 5. Ejemplo de seguimiento de indicadores PTA

Retroalimentación Seguimiento Trimestral IT/Centro				
	Número	Periodo	Fecha	Estatus
	1	Enero-Marzo 2021	12/Abr/2021	Validado Analista
	2	Abril-Junio 2021	01/Jul/2021	Validado Analista
	3	Julio-Septiembre 2021	01/Oct/2021	Validado Analista
	4	Octubre-Diciembre 2021	03/Ene/2022	Validado Analista

Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

En lo concerniente a los viáticos, se genera, administra y da seguimiento a la información necesaria para que quede asentada la documentación probatoria de su uso para algún trabajador de la institución.

Figura 6. Ejemplo de viático generado

PRESENTE.
Por medio de la Presente me permito comunicarle que ha sido comisionado a:

Lugar: Ciudad de México
Periodo:
Motivo: Realización de gestiones en el TecNM.

Para tal efecto le será entregada como ministración de viáticos, pasajes, peaje y/o combustible para cubrir su estancia, los siguientes conceptos y cantidades Autorizados:

Viáticos Nacionales
Pasajes aéreos nacionales para servidores públicos de mando en el desempeño de comisiones y funciones oficiales
Total

En tal virtud, con fundamento en lo dispuesto por el Artículo 45 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, así como por lo dispuesto en los Lineamientos por lo que se establecen medidas de austeridad en el gasto de operación en las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal se le solicita que en un término no mayor a 05 (CINCO) DÍAS HÁBILES contados a partir de su regreso, lleve a cabo la comprobación de sus viáticos con los documentos correspondientes y en caso de ser procedente, el reintegro del recurso que no se haya utilizado a la siguiente cuenta:

Número de Cuenta: 18501541617
Institución Bancaria: ScotiaBank
A nombre de: TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO/ITTORREÓN

Así mismo hago de su conocimiento que en caso de no llevar a cabo dicha comprobación en este tiempo, se sujetará a las acciones legales y administrativas que conforme a derecho procedan.

Por lo anteriormente planteado agradeceré a usted pasar al Departamento de Recursos Financieros con su aviso de Comisión/Orden de Ministración de Viáticos autorizados, con el fin de que se proporcionen los recursos antes mencionados para su comisión.



Sin otro particular por el momento, quedo de usted.

ATENTAMENTE
"Educar e Innovar para la Sustentabilidad"
DIRE JOSE OMAR SALDIVAR CORREA
DIRECTOR

Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

Para la evaluación programática presupuestal (EPP), se tiene la capacidad de analizar y dar seguimiento a los gastos que el instituto realizó en un periodo determinado, de modo que sea fácil detectar alguna variación entre los ingresos y egresos del recurso de la institución. Este proceso es importante porque se trata del concentrado de la información llevada a cabo durante todo un semestre. La información que proporcione este procedimiento servirá como punto de partida para tomar decisiones asertivas sobre cómo llevar de una mejor manera los gastos de la institución.




Figura 7. EPP revisada y registrada del periodo enero-junio y agosto-diciembre 2021

Seguimiento EPP	
1er. Semestre	2o. Semestre
Fecha de elaboración: 31/Ago/2021	Fecha de elaboración: 08/Abr/2022
	
Estatus: Revisado y Registrado TecNM	Estatus: Revisado y Registrado TecNM

Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

En el tema de las adecuaciones presupuestarias, el Sistema de Administración SISAD tiene la facilidad de enlazar los montos de todos los proyectos, acciones e indicadores para hacer los ajustes de reducciones o ampliaciones al presupuesto que el área requiera hacer.


Figura 8. Adecuaciones presupuestarias autorizadas y registradas en TecNM

Seguimiento Adecuación IT/Centro				
Institución: Instituto Tecnológico de Torreón				
Regresar				
	Número	Número de Oficic	Fecha de Solicitud	Estatus
	1	D-213/2021	27/May/2021	Registrado TecNM
	2	D-268/2021	14/Jul/2021	Registrado TecNM
	3	D-370-2021	30/Sep/2021	Registrado TecNM
	4	D-440-2021	22/Oct/2021	Registrado TecNM

Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

Finalmente, para los reportes, el Sistema de Administración SISAD cuenta con las facultades de generar diversos tipos, según las necesidades directivas que se quieran consultar; entre algunos de los reportes están los que se producen para conocer el ejercido por partida, por área, por acción institucional, según los movimientos después de una adecuación presupuestaria, entre otros. Estos reportes permiten visualizar la información más actualizada del quehacer operativo y administrativo de la institución educativa.

Figura 9. Ejemplo de reporte después de una adecuación al presupuesto

 Instituto Tecnológico de Torreón Ingresos Propios 2021 Acumulado de POA + Adecuaciones Autorizadas											
FFSR	AI	PP	Eje	Obj	LA	Proy	Ind	Acc	Área	Part	Monto
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.1	1	1	SA	21101	
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.1	1	1	SA	21401	
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.1	1	1	SA	22104	890.00
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.1	1	1	SA	29401	
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.1	1	1	SA	31701	
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.1	1	1	SA	37104	16,000.00
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.1	1	1	SA	37204	
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.1	1	1	SA	37504	5,600.00
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.2	2	1	DEPI	21101	5,733.00
2530	5	E010	1	1	1.1	1.1.2	2	1	DEPI	21401	2,900.00
Total Acción: 31,123.00											

Fuente: Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón

Discusión

Para el Instituto Tecnológico de Torreón, el uso del Sistema de Administración SISAD en los últimos dos años ha representado un cambio cultural destinado a mejorar la ejecución de ciertos procedimientos académicos y administrativos que se informan al Tecnológico Nacional de México. Esta transformación no solo ha afectado al Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación, sino que también ha influido positivamente en la forma de trabajar de otras áreas directivas. En particular, ha optimizado los procedimientos que solían realizarse manualmente en papel, los cuales eran susceptibles a errores humanos y requerían el doble de tiempo, esfuerzo y recursos.

En el caso del Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación, el uso del Sistema de Administración SISAD significa simplemente una optimización de los procesos de planificación, lo que resulta en un mejor manejo, control, supervisión y seguimiento de las responsabilidades administrativas. En concreto, para los procedimientos de planificación del Programa de Trabajo Anual y programación del Programa Operativo Anual, el Sistema de Administración SISAD a) facilita la gestión de estos dos procedimientos a través de una interfaz amigable, b) permite la vinculación de proyectos, indicadores y acciones con los recursos disponibles, c) ofrece supervisión continua de los responsables involucrados para abordar situaciones imprevistas o realizar ajustes necesarios y d) proporciona un seguimiento de lo acordado con el Tecnológico Nacional de México, lo que finalmente conduce a la autorización y registro de estos documentos fundamentales para el plantel.

En cuanto a las demás áreas directivas, se ha logrado mejorar la eficiencia y los tiempos de trabajo. Por ejemplo, en el procedimiento de informes trimestrales de indicadores del Plan de Trabajo Anual, anteriormente había un seguimiento limitado o discrepancias entre lo informado y lo requerido; en cambio, ahora, con el Sistema de Administración SISAD a) se exige un informe completo de todos los datos para concluir el procedimiento, b) se verifica la consistencia entre las cantidades numéricas informadas y las explicaciones de los logros obtenidos, c) se revisa la información trimestral para controlar el avance de cada proyecto y d) la información informada sirve como base para otros procedimientos administrativos.

En lo que respecta al proceso de adquisición de bienes o servicios, que anteriormente se realizaba de forma manual y estaba sujeto a errores en la redacción, ahora, con el Sistema de Administración SISAD a) se compara inicialmente con el presupuesto restante de un proyecto específico para evaluar la viabilidad de la solicitud, b) se valida la fecha de elaboración y al solicitante del bien o servicio, c) se vincula el recurso presupuestario de una partida con su proyecto, indicador y acción institucional sin margen para errores en la elección entre estos elementos y d) facilita la visualización de cualquier solicitud de bienes o servicios por parte de los responsables implicados en su autorización.

Estos resultados continuos en la operación académica y administrativa del Instituto Tecnológico de Torreón reflejan un cumplimiento y una mejora en la generación de información más clara, estructurada y objetiva, lo que favorece la toma de decisiones en la administración de la institución educativa.

Conclusión

La finalidad general de continuar utilizando el Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón permite contribuir a una planificación estratégica más sólida. Esto se traduce en el fortalecimiento de los mecanismos que hacen que el registro, control, seguimiento y evaluación de la información institucional sean más eficientes, lo que en última instancia conduce a una toma de decisiones más sólida.

En términos generales, el uso de esta plataforma ahorra tiempo en las tareas diarias, ya que mejora significativamente la precisión en su ejecución, pues, por ejemplo, para todas las áreas directivas, proporciona una comprensión más completa de los proyectos institucionales. Además, permite la visualización de las acciones institucionales de todas las áreas directivas de acuerdo con la autorización del Programa de Trabajo Anual (PTA).

En lo que respecta a las partidas de gasto autorizadas, se dispone de una sección de consulta correspondiente, lo que simplifica la comprensión de la información, especialmente en el proceso de solicitud de bienes o servicios, ya que se proporciona información sobre el procedimiento al que corresponde cada partida de gasto.

Por último, cabe mencionar que el Departamento de Planeación, Programación y Presupuestación sigue siendo el encargado de administrar el uso del Sistema de Administración SISAD en el Instituto Tecnológico de Torreón. A través de este departamento, se ha generado una variedad de documentación oficial que respalda el buen uso de la plataforma.

Futuras líneas de investigación

Desde la perspectiva del Tecnológico Nacional de México, el Sistema de Administración SISAD ya no es utilizado exclusivamente por la Dirección de Planeación y la Dirección de Programación, Presupuestación e Infraestructura Física, ya que otras direcciones también han encontrado en esta plataforma un espacio para dar seguimiento a la información institucional.

Asimismo, en el Instituto Tecnológico de Torreón, el uso del Sistema de Administración SISAD se ha centrado en dos áreas principales: por un lado, el Departamento de Planeación, Programación y

Presupuestación y, por otro lado, en los procedimientos de solicitud de compra de bienes o servicios y el reporte trimestral de indicadores.

Derivado de la estabilidad y crecimiento en el uso del Sistema de Administración SISAD, se ha planteado que el procedimiento de solicitud de compra de bienes o servicios, que es donde actualmente todas las áreas directivas completan el formato de requisición y continúa con los formatos de orden de compra, el formato de entrada-salida simultánea de almacén y la solicitud de pago por parte del Departamento de Recursos Materiales y Servicios, también debe incluir los procedimientos del Departamento de Recursos Financieros. De esta manera, todo el proceso de compra de bienes o servicios estará completamente integrado en el Sistema de Administración SISAD, lo que permitirá tener toda la información necesaria en un solo lugar para cualquier proceso de auditoría presupuestal o contable, lo cual simplificará la gestión de la información en el Instituto Tecnológico de Torreón.

Agradecimientos

Se agradece a las personas servidoras públicas del Instituto Tecnológico de Cancún por su contribución en la creación y fortalecimiento del Sistema de Administración SISAD, quienes han dedicado su tiempo a la programación de cada módulo y menú existente en la actualidad, lo que ha permitido una gestión más efectiva de las actividades responsabilidad del área de Planeación.

También se agradece al grupo de personas que llevaron a cabo la labor administrativa para implementar el Sistema de Administración SISAD a nivel central en el Tecnológico Nacional de México, abarcando todos los campus. Ellos vieron en esta plataforma una oportunidad para estandarizar los procesos de trabajo y centralizar la comunicación de la información generada por cada instituto tecnológico.

Por último, se agradece a todos los miembros del Consejo Directivo del Instituto Tecnológico de Torreón por su disposición para utilizar esta plataforma tecnológica. Esto resultará en un mejor control de la información institucional y contribuirá a mejorar la calidad del servicio educativo.

Referencias

- Anchelia, V., Inga-Arias, M., Olivares-Rodríguez, P. y Escalante-Flores, J. L. (2021). La gestión administrativa y compromiso organizacional en instituciones educativas. *Propósitos y Representaciones*, 9(1), 899. <https://doi.org/10.20511/PYR2021.V9NSPE1.899>
- Brown, S. (2023). *Implementing an enterprise management system: A guide for organizations*. Routledge.
- Cuesta, O. y Moreno, E. (2021). El concepto de liderazgo en los espacios educativos: alcances y límites de un término elástico. *Sophia*, 17(1), 84-99. <https://doi.org/10.18634/SOPHIAJ.17V.1I.1010>
- Espinosa, P., Prieto, W., Rubio, C. y Ochoa, M. (2021). Liderazgo, calidad y educación. Sistemas de gestión de calidad en instituciones educativas. *Conrado*, 17(81). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000400419&lang=es

- Hasek, S. R. y Ortiz, L. (2021). El liderazgo: una oportunidad para la gestión educativa. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 17(2), 405-416. <https://doi.org/10.18004/RIICS.2021.DICIEMBRE.405>
- Jones, M. (2019). *Implementación exitosa de sistemas de administración*. ASTD Press.
- Knapp, M. (2022). La importancia de los sistemas de administración para las organizaciones. *Revista de Gestión*, 37(1), 1-15.
- Knapp, M. (2022). The impact of ERP systems on university operations. *Journal of Higher Education Management*, 37(1), 1-22.
- López, A. (2023). Implementación de un sistema de administración aplicado a una universidad. *Revista de Administración y Gerencia*, 28(1), 1-15.
- Mendivel, R., Lavado, C. y Sánchez, A. (2020). Gestión administrativa y gestión de talento humano por competencias en la Universidad peruana Los Andes, Filial Chanchamayo. *Conrado*, 16(72). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000100262
- Mendoza, A. (2019). Gestión administrativa en facultades académicas de la universidad autónoma Gabriel René Moreno. *Revista Investigación y Negocios*, 12(19), 75-82. Recuperado de: <https://ingcomercial.edu.bo/revistainvestigacionynegocios/index.php/revista/article/view/58>
- Morera Carballo, M. (2022). Los sistemas de información gerencial y su evolución hacia la cuarta revolución industrial. *Revista Nacional de Administración*, 13(1), 95-103. <https://dx.doi.org/10.22458/rna.v13i1.4236>
- Pacheco-Granados, R. J., Robles-Algarín, C. A. y Ospino-Castro, A. J. (2018). Análisis de la gestión administrativa en las instituciones educativas de los niveles de básica y media en las zonas rurales de Santa Marta, Colombia. *Información Tecnológica*, 29(5), 259-266. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000500259>
- Palomeque, I. y Ruiz, J. (2019). Impacto de la gestión institucional en la generación de conocimiento científico en las instituciones de educación superior. *Espacios*, 40(2). Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n02/19400214.html>
- Pedraja-Rejas, L., Rodríguez-Ponce, E., Bernasconi, A., Muñoz-Fritis, C. y Pedraja-Rejas, L. (2021). Liderazgo en instituciones de educación superior: un análisis a través de Bibliometrix R. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 29(3), 472-486. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052021000300472>
- Smith, J. (2018). *Implementación de sistemas de administración: un enfoque práctico*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Smith, J. (2020). *Sistemas de administración para universidades*. American Council on Education.
- Soto, N., Morillo, S., Calderón-Hernández, G. y Betancur, H. (2020). El perfil de gestión del directivo docente de Antioquia y los enfoques de gestión administrativa. *Innovar*, 30(77), 123-136. https://doi.org/10.15446/INN_OVAR.V30N77.87453
- Tito, J., Ogozi, J., Franco, J. y Vértiz, J. (2020). Las tendencias de gestión como proceso en la eficacia de la acción de gestión. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(91), 1234-1245. <https://doi.org/10.37960/RVG.V25I91.33199>
- Vargas Encalada, EE, Rengifo Lozano, RA, Guizado Oscoco, F., & Sánchez Aguirre, FD (2019). Sistemas de información como herramienta para reorganizar procesos de fabricación. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(85), 1-12. Recuperado de: <https://doi.org/10.37960/revista.v24i85.23840>
- Vásquez, K. y Farje, J. (2020). Efectividad de la gestión administrativa en los gobiernos locales altoandinos, Luya, región Amazonas. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(3), 60-66. <https://doi.org/10.25127/RCSH.20203.649>

Turismo sostenible en la Agenda 2030. Revisión sistemática de literatura

Sustainable tourism in the 2030 Agenda. Systematic literature review

Claudia Carolina Lacruhy Enríquez

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos

claudiac.le@loscabos.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4397-326X>

Arturo González Torres

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Milpa Alta

<https://orcid.org/0000-0002-3337-7600>

Resumen

La Agenda 2030 promueve un turismo sostenible que permita generar crecimiento y desarrollo económico en las comunidades residentes, así como crear nuevos modelos de negocios sostenibles e inclusivos en entornos urbanos y rurales. En tal sentido, el objetivo de la investigación fue analizar estudios sobre el turismo sostenible en la Agenda 2030. Para ello, se efectuó una investigación documental en la que se revisó de manera sistemática la literatura de disponible. En concreto, el metaanálisis realizado en la base datos de Mendeley arrojó un total de 132 artículos de investigación en español, en el periodo de 2015-2023. De estos se seleccionaron 49 artículos de acceso abierto y se aplicaron métodos estadístico-descriptivos e inferenciales sobre criterios de calidad. Los principales resultados muestran la evolución de las investigaciones cualitativas sobre revisión de literatura (6 %) a estudios de caso aplicados en destinos turísticos (82 %) provenientes de Colombia (17 %), Ecuador (13 %) y México (11 %). Asimismo, se determinó la evolución de artículos de revisión de literatura y políticas públicas transversales a los 17 objetivos de desarrollo sostenible. Al respecto, se detectó que en los últimos años los estudios se enfocan en la gestión sostenible de destinos turísticos; además, se realizan estudios de caso en empresas turísticas y comunidades rurales con énfasis en los objetivos de desarrollo sostenible 10, 11,12, 14,16 y 17. Por tanto, se concluye que, a ocho años de la creación de la Agenda 2030, el turismo sostenible es una herramienta de gestión integral que abarca desde política pública hasta la aplicación de estudios de casos en empresas y comunidades.

Palabras clave: Agenda 2030, objetivos de desarrollo sostenible, turismo sostenible, revisión de literatura.

Abstract

The 2030 Agenda promotes sustainable tourism with the capacity to generate growth and economic development in resident communities, creating new sustainable and inclusive business models in urban and rural environments. The objective of the research was to analyze studies on sustainable tourism in the 2030 Agenda. The documentary research was conducted through a systematic literature review, for the meta-analysis in the Mendeley database, 132 research articles were detected in Spanish, in the period 2015 - 2023, 49 open-access articles were selected. Statistical-descriptive and inferential methods on quality criteria were applied. The main results showed the

evolution of qualitative research from literature review (6%) to case studies applied in tourism destinations (82%) coming from Colombia (17%), Ecuador (13%) and Mexico (11%), the evolution of literature review articles, public policies transversal to the 17 Sustainable Development Goals, in recent years the studies focus on sustainable management of tourism destinations, case studies in tourism enterprises and rural communities with emphasis on Sustainable Development Goals 10, 11, 12, 14, 16 and 17. It is concluded eight years after the creation of the 2030 Agenda, for sustainable tourism is a comprehensive management tool from public policy, to the application of case studies in companies and communities.

Keywords: Sustainable Development Goal, University, strategies, Tourism Business System.

Introducción

En diciembre de 2015, la Organización Mundial de Turismo (OMT) declaró al 2017 como el Año Internacional del Turismo Sostenible para el Desarrollo. El propósito de esta iniciativa fue sensibilizar a los actores públicos, privados y al público en general sobre la contribución del turismo sostenible, según se establece en la Declaración de Chengdu sobre *El turismo y los objetivos de desarrollo sostenible*. Además, se reconoció que, aunque tres de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) (8, 12 y 14) abordan metas relacionadas con el turismo, este sector “tiene la capacidad de contribuir, directa e indirectamente, a los 17 Objetivos habida cuenta de su naturaleza transversal” (OMT, 2017, p. 12).

Lo anterior se debe a que, como lo explican Mora *et al.* (2021), el turismo genera crecimiento y desarrollo, pues permite “autogestionar recursos naturales del territorio, y así obtener un ingreso económico” (p. 209). En el caso del turismo sostenible, este se centra en reducir las desigualdades y abordar los problemas socioeconómicos en comunidades con altos índices de pobreza, especialmente en entornos rurales.

Para ello, desde la perspectiva de la Agenda 2030, aplicar el enfoque de turismo sostenible implica una perspectiva local, donde se requieren estrategias y acciones para una gestión sostenible, que involucre la colaboración de actores clave en territorios tanto urbanos como rurales.

Tomando en cuenta esto, se forraron tres interrogantes de investigación que guiaron esta revisión bibliométrica.

1. ¿Cuáles son los avances de la investigación de turismo sostenible y Agenda 2030 desde su establecimiento a la fecha?
2. ¿Cuáles son las características de los artículos de investigación sobre turismo sostenible, Agenda 2030 y objetivos de desarrollo sostenible?
3. ¿Cuáles son los temas de interés que estudian los investigadores sobre el turismo sostenible, Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible?

A partir de estas interrogantes, se plantea el objetivo de esta investigación, es decir, analizar estudios sobre el turismo sostenible en la Agenda 2030 en ciudades y comunidades rurales.

Método

La investigación tuvo un enfoque cualitativo de alcance descriptivo y explicativo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), pues se sustentó en la investigación documental, la cual consistió en una revisión sistemática de literatura desde agosto hasta septiembre del 2023.

Para el metaanálisis en la base datos de Mendeley se utilizó la metodología de Moher (2019) de cuatro etapas: 1) identificación, 2) selección, 3) elegibilidad y 4) inclusión de artículos.

Identificación

En primer lugar, se seleccionó la base Mendeley. Los criterios de relevancia del filtro fueron los siguientes: 1) artículos de investigación en español en el periodo del 2015-2023 (inicio de la Agenda 2030 hasta la fecha); 2) palabras clave como *turismo* y *objetivos de desarrollo sostenible*, y 3) artículos de acceso abierto.

Tabla 1. Criterios de búsqueda

Base de datos	Fórmula	Artículos de investigación
Mendeley	"Turismo sostenible"+ "Objetivos de Desarrollo Sostenible"	136

Fuente: elaboración propia.

Selección

De los 136 artículos de investigación, solamente 49 eran de acceso abierto. En este proceso se excluyeron libros, capítulos de libros, tesis, informes y artículos de investigación de conferencias. Luego, se llevó a cabo una lectura completa de los artículos de investigación para categorizar las variables. Asimismo, se diseñó una bitácora de investigación con los siguientes componentes: título, autores, objetivos de investigación, objeto de estudio, metodología, principales resultados, conclusiones, año, número de citas, resumen y palabras clave.

Elegibilidad

Cada artículo de investigación se evaluó con 13 indicadores de calidad académica en escala de Likert de 1 al 5.

Inclusión de artículos

En la última etapa, se identificaron dos que no correspondían a las taxonomías estudiadas, por lo que se determinó incluir solamente 35 artículos en el estudio.

Tabla 2. Criterios de exclusión

Año	Número de artículos de investigación	Criterio de exclusión
2015	2	Idioma portugués Objeto de estudio no relacionado con las variables
2016	1	Objeto de estudio no relacionado con las variables.
2017	2	Idioma inglés Objeto de estudio no relacionado con las variables Declaración de organismo internacional
2018	1	Objeto de estudio no relacionado con las variables
2019	1	Objeto de estudio no relacionado con las variables
2020	3	Objeto de estudio no relacionado con las variables
2021	2	Objeto de estudio no relacionado con las variables Fecha de publicación de otro año.
	1	
2022	1	Objetivo de estudio no relacionado con el sector turístico.

Fuente: elaboración propia

El análisis de datos se efectuó a través de estadística descriptiva de Microsoft Excel sobre las siguientes variables de estudio: turismo sostenible, Agenda 2030 y objetivos de desarrollo sostenible. La validación de los artículos de investigación se concretó por medio de estadística inferencial y se presentaron las conclusiones.

Resultados

Avance de las investigaciones de turismo y Agenda 2030

Como se mencionó previamente, considerando los criterios de inclusión, exclusión y la calidad académica, finalmente se retuvieron 35 artículos para el siguiente análisis. El año con más estudios publicados fue 2021 (con el 37 %); en el 2015 solamente hubo una publicación sobre turismo sostenible, sin mencionar la Agenda 2030.

Tabla 3. Evolución de los estudios

Año	Resultado de búsqueda	Autores
2015	1	(Kuch, 2015)
2016	1	(Mendoza, Yumisaca, Freire, Ullauri, 2016)
2017	4	(Castro, Castro, Corral Espín y Zambrano, 2017), (Proaño y Ramírez, 2017), (Peña, 2017) y (Pérez, 2017)
2018	3	(Paredes, 2018), (Puig y Foronda, 2018), (Hernández y Carvalho, 2018)
2019	3	(Guacho, 2019), (González, 2019) y (Padilla, 2019)
2020	3	(Fernández, 2020), (Ruíz, y González, 2020) y (Gómez y Lucio, 2020)

2021	13	(<u>Morales, M. y Fusté-Forné, 2021</u>), (London, Rojas y Candias, 2021), (<u>Alba, 2021</u>), (<u>Mora, Arias y Villa, 2021</u>), (Anguaya y Díaz, 2021), (Noguer-Juncà y Crespi-Vallbona, 2021), (Guanilo y Sánchez, 2021), (Martínez, Pelegrín, Pelegrín y Naranjo, 2021), (Heredia, Muñoz, Cedeño, 2021), (Arraya, 2021) (González y Orbes, 2021), (Dunjó y Servalli, 2021), (Álvarez, Abarca, Mendoza y Sampetro, 2021), (Araya, 2021)
2022	4	(Echeverri y Vieira, 2022), (Cuétera, Sablón, Márquez, Cartay, 2022), (Arribas, 2022) y (Rodríguez, 2022)
2023	0	-

Fuente: elaboración propia

En la figura 1 se pueden observar las publicaciones de cuatro países en orden de relevancia: España (29 %), Ecuador (24 %), Colombia (13 %) y México (9 %). El resto se encuentran entre el 2 % y el 4 %.

Figura 1. Origen de los artículos de investigación

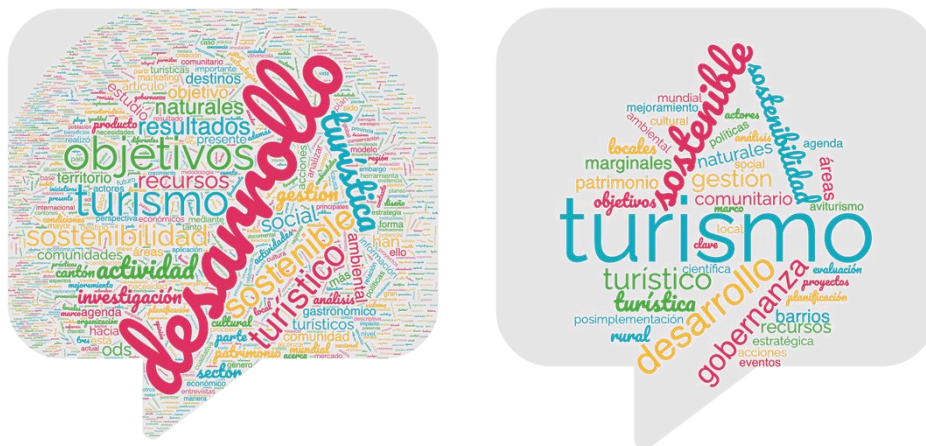


Fuente: elaboración propia

Características de los artículos de investigación

En la figura 2 se muestran las dos nubes de palabras: una de resúmenes y otra de palabras clave con la finalidad de identificar las variables de estudio principales. En los resúmenes los más estudiados fueron “desarrollo turístico”, “objetivos” y “turismo”, “sostenible”, mientras que las palabras claves se enfocaron en “turismo sostenible”, “desarrollo”, “gobernanza” y “sostenibilidad”.

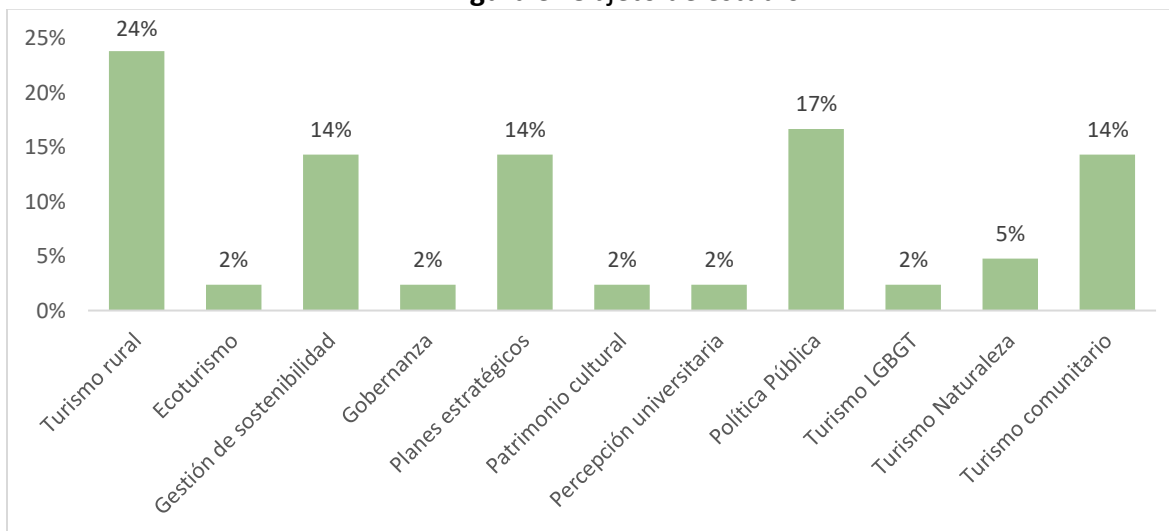
Figura 2. Nubes de palabras de las variables de las investigaciones



Fuente: elaboración propia

En relación con el objeto de estudio, en la figura 3 se muestra el orden de relevancia: turismo rural (24 %), política pública (17 %), gestión de sostenibilidad, planes estratégicos y turismo comunitario (cada uno con 14 %). Cabe indicar que los estudios se focalizan principalmente en dos bloques: turismo comunitario y rural, y política pública.

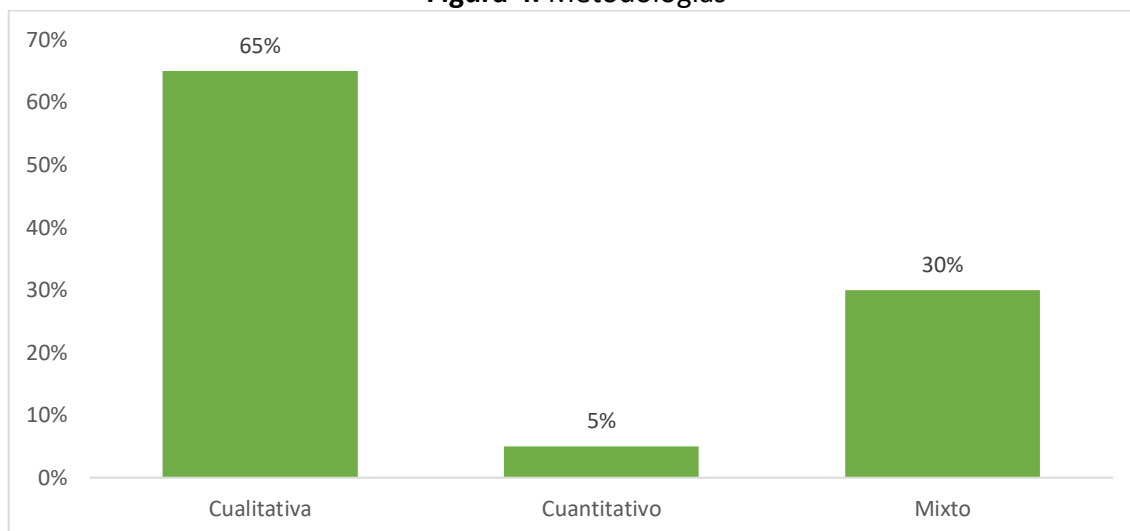
Figura 3. Objeto de estudio



Fuente: elaboración propia

En la figura 4 se muestran las metodologías de investigación en orden de relevancia: cualitativas (65 %), mixto (30 %) y cuantitativo (5 %).

Figura 4. Metodologías



Fuente: elaboración propia

Los trabajos académicos se enfocaron en el turismo sostenible, mientras que en el 2018 iniciaron los estudios sobre la Agenda 2030 y los ODS relacionados con el turismo sostenible. En los últimos cinco años surgieron estudios de caso con aplicación de proyectos de turismo sostenible y ODS (tabla 4).

Tabla 4. Publicaciones por área de estudio

Variable de estudio	Artículos de investigación
Turismo sostenible	(Kuch, 2015), (Mendoza, Yumisaca, Freire, Ullauri, 2016), (Proaño y Ramírez, 2017), (Peña, 2017), (Pérez – García, 2017), (Castro, Castro, Corral Espín y Zambrano, 2017), (González, 2019), (Guacho, 2019), (Fernández, 2020), (Ruíz, y González, 2020), (Anguaya y Díaz, 2021), (Guanilo y Sánchez, 2021), (Heredia, Muñoz y Cedeño, 2021), (González y Orbes, 2021), (Álvarez, Abarca, Mendoza y Sampedro, 2021).
Agenda 20230 Objetivos de Desarrollo Sostenible	(Paredes, 2018), (Hernández y Carvalho, 2018), (Noguer-Juncà y Crespi-Vallbona, 2021), (Aranda, 2021), (Martínez, Pelegrín, Pelegrín y Naranjo, 2021)
ODS, Agenda 2030 y turismo sostenible	(Puig y Foronda, 2018), (Zepeda y Costa, 2018) (Padilla, 2019), (Echeverri y Vieira, 2022), (Ruíz, y González, 2020), (Gómez y Lucio, 2020), (<u>Morales, M. y Fusté – Forné, 2021</u>), <u>Mora, Arias y Villa, 2021</u>), (London, Rojas, y Candías,2021); (Dunjó y Servalli, 2021), (Araya, 2021), (Cuétera, Sablón, Márquez, Cartay, 2022), (Rodríguez, 2022), (Arribas, 2022)

Fuente: elaboración propia

Cada variable de estudio desarrolló diferentes metodologías y resultados según la región del objeto de estudio. A continuación, se describen cada una ellas.

Turismo sostenible

a) Planes de turismo sostenible

Al respecto, en Ecuador, explican que la colaboración entre la academia y el turismo rural promueve el turismo sostenible y ofrece una estrategia para reducir las brechas en el desarrollo económico y social a través de proyectos de turismo comunitario.

Por su parte, Fernández (2020) señala que las políticas estratégicas para el turismo sostenible se implementan a través de planes estratégicos en destinos turísticos. Estos planes, al ponerse en práctica, generan una demanda sostenida, fomentan la competitividad y abordan cuestiones medioambientales. En el caso de Zaragoza y Barcelona en España, se observa que los planes de estas ciudades tienen como objetivo principal lograr que el destino sea sostenible.

En el Cantón de Tosoagua (Ecuador), Heredia y Muñoz Cedeño (2021) propusieron un plan estratégico para el desarrollo turístico con una visión centrada en el turismo sostenible. Para ello, llevaron a cabo talleres participativos, mesas temáticas y análisis de problemas que les permitieron identificar las necesidades esenciales como base para establecer la misión, visión, objetivos y estrategias en seis ejes y siete proyectos destinados a lograr un desarrollo sostenible integral.

Asimismo, González y Orbes (2021) propusieron en el Cantón de Otavalo (Ecuador) un sistema de indicadores y herramientas para evaluar la sostenibilidad turística del destino sustentado en lo siguiente:

- Bienestar de las comunidades receptoras: satisfacción de residentes, efectos socioculturales y acceso a residentes a los recursos.
- Conservación cultural: Conservación del patrimonio
- Participación comunitaria: Participación de la comunidad.
- Salud y Seguridad: Aspectos sanitarios y seguridad pública.

Finalmente, Ruiz y González (2020) consideran que la mercadotecnia es una estrategia clave para fomentar la sensibilidad sobre el turismo sostenible en las áreas naturales protegidas a partir de tres agentes: 1) empresa (por la oferta de productos y servicios), 2) actividades ligadas a la conservación, y 3) consumidor (turista que decide visitar el área natural protegida).

b) Proyectos de turismo sostenible

Aguanya y Díaz (2021) proponen una estrategia de turismo sostenible en Miguel Bajo, Otavalo (Ecuador), basada en entrevistas con 61 familias. El estudio reveló que el 88 % de ellas considera que sus ingresos mejoran gracias a las actividades turísticas en la comunidad. Sin embargo, solo el 18% muestra interés por emprender y participar en actividades de turismo comunitario. La inversión para la implementación de esta estrategia fue de 4400 dólares y se enfocó en “el uso óptimo de los sitios naturales y paisajísticos con potencialidades para el desarrollo turístico, manteniendo los

procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservarlos, así como a la diversidad biológica” (p. 77).

Finalmente, Álvarez *et al.* (2021) diseñaron rutas de turismo sostenible en Cotopaxi, Ecuador, basándose en los atractivos turísticos inventariados para construir rutas. En los cinco sectores prioritarios ya existían senderos que conectaban la mayoría de los atractivos turísticos, a los que se les agregaron señalizaciones.

Por último, si bien la producción académica no menciona la Agenda 2030 ni los 17 ODS, el turismo sostenible se basa en los pilares de lo social, lo económico, lo ambiental y lo cultural.

Agenda 2030 y objetivo de desarrollo sostenible

a) Política pública

En países emergentes, Puig y Foronda (2018) afirman que es necesario que estos encaucen su modelo de desarrollo y busquen reducir la pobreza; de lo contrario, el turismo puede verse amenazado si las condiciones de pobreza empeoran en la comunidad residente. Por lo tanto, el turismo desempeña un papel fundamental en la consecución de los ODS.

Una guía fundamental y de gran utilidad para este proceso son los ODS de las Naciones Unidas. Este esfuerzo involucra a gestores turísticos a nivel local y nacional, así como, en el caso del patrimonio cultural, a su propio marco teórico, normativo y ámbito de acción.

En tal sentido, los países en desarrollo y desarrollados enfrentan un doble desafío al diseñar estrategias para el turismo. Si bien es una actividad generadora de crecimiento económico, también enfrenta impactos negativos en el medio ambiente. La cadena de valor, como factor de productividad y ventaja competitiva en el sector, debe experimentar mejoras continuas en consonancia con las políticas ambientales relacionadas con los recursos naturales, lo cual contribuye a la formulación de políticas de turismo sostenible en el marco de la Agenda 2030 (London *et al.*, 2021).

En Veracruz (México), Alba (2021) considera que se requieren estrategias de formación para los funcionarios públicos sobre los ODS, así como una vinculación urgente entre diversos sectores, como académicos, empresarios, funcionarios públicos y comunidades receptoras para potenciar el turismo cultural sostenible de manera integral.

En el contexto de Argentina, Dunjó y Servalli (2021) sostienen que los actores clave (públicos, privados y sociales) deben intervenir en el desarrollo de Barrio San Telmo en Buenos Aires, lo que serviría para atenuar los efectos negativos del turismo y aprovechar los aspectos positivos para lograr un desarrollo sostenible. Estos actores clave tienen una alta influencia e impacto en los problemas, así como la capacidad de aportar posibles soluciones.

El patrimonio mundial está hipotecado cuando el turismo busca principalmente la rentabilidad económica en lugar de su sostenibilidad y su contribución a la sociedad y al crecimiento. Aunque la Agenda 2030 y los ODS promueven políticas públicas para crear conciencia sobre los beneficios que

el patrimonio puede aportar a la sociedad y al crecimiento, este tema a menudo se coloca en un segundo plano en la agenda política.

b) Proyectos transversales a la Agenda 2030

En México, consideran que en la agenda política global, de la cual México es un país miembro, se deben tener en cuenta los aspectos de la planeación. Sin embargo, en el caso de los megaproyectos de Bahía Banderas en Nayarit, no se han registrado avances significativos en materia de sustentabilidad. Estas irregularidades podrían dar lugar a desequilibrios en las dimensiones (social, medioambiental y económica), creando “un proyecto utópico frente a los Objetivos Planteados por la OMT de cara al 2030” (p. 40).

En la Parroquia (Ecuador), Gómez y Lucio (2020) proponen una ruta para el desarrollo turístico local sostenible basada en los ODS. Al respecto, señalan los ODS número 1 (fin a la pobreza), número 5 (igualdad de género), número 8 (trabajo decente) y número 12 (producción y consumo responsables). Según el estudio, el 98.6 % de la comunidad residente que participó tiene interés en el desarrollo de actividades turísticas y una percepción positiva, ya que el turismo genera beneficios económicos. En tal sentido, para su crecimiento local, buscan “fortalecer aspectos económicos, sociales, ambientales, culturales, patrimoniales, políticos y tecnológicos son puntos claves de acción para lograr los objetivos a fin del beneficio de la ciudadanía” (p. 15).

Asimismo, Morales y Fusté-Forné (2021) conceptualizan el turismo gastronómico sostenible, el cual se desarrolla a través de experiencias turísticas basadas en el patrimonio alimentario, los productores y el contexto físico y humano, como es el caso de las rutas del vino de Cataluña (España) y Querétaro (México). Por tanto, consideran que el turismo y el sector vitivinícola de estas regiones buscan la producción y el consumo responsables. Las estrategias incluyen la preservación del patrimonio cultural y natural, así como la proyección sostenible de la economía del destino en beneficio de los residentes y sus actividades, por lo que se requiere una estrecha colaboración enfocada en la sostenibilidad y los ODS.

En Usme, Colombia, la gestión comunitaria del turismo sostenible aprovecha de manera razonable los paisajes naturales y las especies. El aviturismo comunitario se ha identificado como una herramienta que permite alcanzar los ODS, ya que estimula el desarrollo social y ambiental en las comunidades, aunque existen áreas de oportunidad que deben mejorarse.

Un estudio de caso sobre buenas prácticas verdes en el Hotel Iberostar Grand Trinidad (Martínez *et al.*, 2023) revela que una estrategia clave son las numerosas certificaciones y reconocimientos. Por ende, se identifican impactos ambientales en las actividades cotidianas y se llevan a cabo acciones concretas para abordarlos, además de sensibilizar al equipo de trabajo. Esto demuestra que es factible contribuir a las áreas del desarrollo sostenible, incluso en tiempos de pandemia.

c) ODS prioritarios en la investigación de en destinos turísticos

Ecuador identificó una conexión para establecer la relación existente entre los ODS y el turismo rural. Para ello, consideró el ODS 10 (reducción de desigualdades), el ODS 11 (comunidades y ciudades Sostenibles) y el ODS 17 (alianzas para lograr los objetivos de desarrollo sostenible). Además, destacó que aunque el componente cultural no se menciona explícitamente en la Agenda

2030, es un aspecto clave para la sustentabilidad en términos de desarrollo económico, no simplemente de crecimiento.

Con respecto al ODS 5 (igualdad de género), Noguer-Juncà y Crespi-Vallbona (2021) realizaron un estudio con estudiantes universitarios de los grados en Turismo y Gestión Hotelera y Turística en Cataluña. Analizaron la implementación de políticas institucionales y de iniciativas públicas y privadas, y concluyeron que, a pesar de la incorporación gradual de esta temática en la docencia universitaria, el estudiantado todavía posee conocimientos mínimos en esta área.

En el marco de la Agenda 2030 en Panamá, analizó el turismo LGBT+ y su visibilidad, considerando diversos ODS como el número 1 (fin de la pobreza), número 4 (educación de calidad), número 5 (igualdad de género), número 8 (trabajo decente y crecimiento económico), número 10 (reducción de desigualdades), número 16 (paz, justicia e instituciones sólidas) y número 17 (alianzas para lograr objetivos). En el contexto panameño, se determinó que el turismo LGBT es una oportunidad de mercado más que un tema de inclusión de la comunidad. Aunque la Agenda 2030 y su compromiso de “no dejar a nadie atrás” por parte de los países miembros ofrece una oportunidad para que los derechos humanos tengan más relevancia que la oportunidad de mercado.

Por otra párete, el turismo de naturaleza se presenta como una oportunidad para impulsar la economía del Cantón de Bolívar en Ecuador, diseñaron una propuesta metodológica con un enfoque participativo en la comunidad, en línea con la Agenda 2030, en particular, los ODS 8 (trabajo digno y crecimiento económico), 9 (industria, innovación e infraestructura), 10 (reducción de desigualdades), 11 (ciudades y comunidades sostenibles), 6 (agua limpia y saneamiento), 7 (energía asequible y no contaminante), 11 (ciudades y comunidades sostenibles), 12 (producción y consumo responsable) y 13 (acción por el clima). Esto se traduce en una mejora de la calidad de vida de los residentes de la comunidad, lo que contribuye al ODS 1 (fin de la pobreza).

Finalmente, Rodríguez (2022) propuso la integración de los ODS en la enseñanza del inglés con fines específicos en el grado de Turismo en España. A partir del ODS 4 (educación de calidad) y la meta 4.7, se demuestra que es viable sensibilizar a los estudiantes sobre el desarrollo sostenible y desarrollar habilidades de idioma. Esto incluye la promoción de la colaboración para la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la autoconciencia y la capacidad de evaluar buenas prácticas en relación con la Agenda 2030.

En la tabla 5 se identifican los artículos de investigación con la variable de estudio y el país de origen, y se observa que los tres ODS más estudiados son el ODS 4, el ODS 5 y el ODS 10.

Tabla 5. Artículos por ODS prioritarios

Año	Autor	ODS	Variable de estudio	País
2019	Padilla (2019)	ODS 10, 11 y 17	Turismo rural	
2020	Gómez y Lucio, 2020	ODS 1, 5, 8 y 12	Turismo rural	Ecuador
2021	Noguer-Juncà y Crespi-Vallbona (2021).	ODS 5	Percepción de universidad	España
	Aras (2021)	ODS 1, 4, 5, 8, 10, 16 y 17 (5 y 10)	Turismo LGBT	Panamá
2022	<u>Cuétara, Sablón, Márquez y Cartay (2022).</u>	ODS 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13	Turismo de la naturaleza	Ecuador
	<u>Rodríguez (2022)</u>	ODS 4 Meta 4.7	Educación superior universitaria	España

Fuente: elaboración propia

Discusión

Los resultados de la revisión de literatura muestran un interés inicial en la promoción del turismo sostenible. Aunque no mencionaban explícitamente la Agenda 2030 y los 17 ODS, sí destacaban acciones alineadas con los aspectos social, económico y medioambiental.

En 2017 se proclamó el Año Internacional del Turismo Sostenible con el propósito de concienciar a los diversos actores clave del sector sobre su potencial contribución, basada en su cadena de valor y operaciones diarias (OMT, 2017). A partir de 2018, la producción científica aumentó significativamente, lo que indica una creciente concienciación en el sector turístico sobre su capacidad para contribuir a los ODS.

Esta tendencia es alentadora, ya que refleja el llamado a la acción para alinear las actividades de la cadena de valor con un enfoque en el turismo más sostenible, lo cual se corresponde con el hallazgo de Echeverri y Vieira (2022), quienes realizaron un estudio bibliométrico de documentos indexados en Scopus y WoS relacionados con el turismo sostenible. Los autores observaron que el 80 % de la producción bibliográfica se ha generado desde 2015 hasta la fecha, lo que confirma el creciente interés en América Latina y el Caribe en este campo de conocimiento.

Por otra parte, cabe señalar que los primeros estudios se centraron en la política pública, destacando la importancia de la colaboración entre diversos grupos de interés, y la gobernanza desempeñó un papel relevante en este contexto. Estos estudios explican cómo diversas regiones adaptaron la Agenda 2030 como eje central de la planificación turística, lo cual coincide con la iniciativa en México con el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 (Secretaría de Turismo, 2020).

En definitiva, el turismo sostenible se consolida como una herramienta para el desarrollo económico y social. Además, los estudios recientes se han centrado en el turismo rural, comunitario y de

naturaleza, en el marco de proyectos desarrollados en comunidades rurales, lo cual se debe a que las buenas prácticas contribuyen a reducir las brechas en el desarrollo y a mejorar la calidad de vida de la comunidad residente.

Conclusiones

El turismo sostenible se alinea de manera natural con la Agenda 2030 y sus 17 ODS, por lo que se puede afirmar que este sector desempeña un papel fundamental en la promoción de buenas prácticas en los destinos turísticos, ya que involucra a diversos actores clave, como tomadores de decisiones, organismos internacionales, instituciones públicas, industria hotelera, restaurantes, turoperadoras, empresas turísticas, ámbito académico, comunidades locales y viajeros en su conjunto.

Asimismo, el estudio reveló la capacidad de adaptación de la Agenda 2030 en destinos turísticos, empresas, universidades y comunidades rurales. Uno de los principios fundamentales que guía esta adaptación es el de “no dejar a nadie atrás”, lo que significa asumir retos y desafíos en términos de políticas públicas. De hecho, en estudios recientes, se ha observado el desarrollo de buenas prácticas y se han iniciado investigaciones para medir los avances en esta área.

Por otra parte, este análisis permitió identificar que el turismo sostenible se ha convertido en el eje rector de los modelos turísticos en América Latina, además de destacar tendencias y áreas de investigación emergentes relacionadas con el campo del turismo sostenible y su contribución a la Agenda 2030. Sin embargo, una limitación del estudio radica en que se basa en la producción académica de artículos de investigación de acceso abierto.

Futuras líneas de investigación

Como una futura línea de investigación se propone llevar a cabo estudios integrales sobre destinos turísticos que analicen la contribución de la Agenda 2030 y consideren la perspectiva de actores clave, es decir, la industria hotelera, la comunidad local, los clústeres turísticos y las comunidades rurales.

Referencias

- Alba, X (2021) La Agenda 2030 y la política pública Veracruzana para el turismo cultural sostenible. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores. 8 (3). 57- 79
- Anguaya, L. y Díaz, L. (2021) Estrategias de turismo comunitario sostenible. Caso Comunidad San Miguel Bajo, Otalvo, Ecuador. Revista Científica ECOCIENCIA. 8 (3) <https://doi.org/10.21855/ecociencia.83.498>
- Álvarez F., Abarca M. , Mendoza M. y Sampedro M. (2021). Alternativas de turismo sostenible en sectores priorizados de la Provincia de Cotopaxi, Ecuador. European Scientific Journal, ESJ, 17(20), 55 – 83 <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n20p55>
- Dunjó, J. y Servalli, N. (2021) Actores clave de Turismo Sostenible. Estudio de Caso: San Telmo, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El periplo sustentable. 40, 49-84 <https://doi.org/10.36677/elperiplo.v0i40.11743>.
- Echeverri, A. y Vieira, J. (2022). Tendencias de la investigación del turismo sostenible en Latinoamérica y el Caribe: un análisis bibliométrico. *Revista Empresa & Universidad*, 24(42), 1-30. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.11131>
- Fernández, J. (2020) El turismo sostenible en España. Análisis de los planes estratégicos de sostenibilidad de Zaragoza y Barcelona. *Revista de Ocio y Turismo*. 14 (1) 94-106 <https://doi.org/10.17979/rotur.2020.14.1.5942>
- Gómez, S., y Lucio, F. (2020) Una ruta turística camino al desarrollo local de la parroquia La Pila. UNESUM- Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria. 4 (4) 177- 192
- González, J. y Orbes, B. (2021) Propuesta de indicadores para evaluar el turismo sostenible. Cantón Otavalo. *South Florida Journal of Development*, 2(3) 4239- 4263
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018) *Metodología de Investigación: las rutas cualitativas, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Heredia, M., Muñoz, M., Cedeño, F. (2021) Plan estratégico de desarrollo turístico del cantón Tosagua 2019-2023. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*. 5 (4) 1-22 https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.730
- Martínez, M., Pelegrín, A., Pelegrín, L. y Naranjo, M. (2021) Buenas prácticas ambientales en hoteles caso de estudio: IBEROSTAR Grand Trinidad. *Sinergia*. 12 (2) 69 – 82
- Mendeley (2023). Turismo y objetivos del desarrollo sostenible. <https://www.mendeley.com/search/?page=1&publicationType=journal&publicationYear=2023|2022|2021|2020|2019|2018|2017|2016|2015&query=Turismo%20objetivos%20de%20desarrollo%20sostenible&sortBy=relevance>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. and Prisma Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Plos Medecine*, 6(7), 264-9.
- Mora, J., Arias, L. y Villa, A. (2021) Las prácticas sostenibles del aviturismo comunitario en la localidad de USME. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, 1(1). <https://doi.org/10.15765/ods.v1i1.2532>
- Morales, M. y Fusté – Forné (2021) Turismo gastronómico sostenible para la preservación del patrimonio culinario: las rutas del vino en Girona (Catalunya, España) y Querétaro (México) *Turismo y Patrimonio*. (17) 45- 60 <https://doi.org/10.24265/turpatrim.2021.n17.03>
- Noguer-Juncà, E. y Crespi-Vallbona, M. (2021). Gender Perspective in University Education: The Case of Bachelor’s Degrees in Tourism in Catalonia. *International and Multidisciplinary Journal of Social Sciences*, 10(2), 81-111. doi: 10.17583/rimcis.8156

- Organización Mundial del Turismo (OMT) (2017). Declaración de Chengdu sobre “El turismo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible”. *Declaraciones de la OMT*, 26(2) 1-16. <https://doi.org/10.18111/unwtodeclarations.2017.26.02>
- Pérez (2017) La Responsabilidad Social Corporativa desde el enfoque de las relaciones públicas: Estrategia de Gestión relacional en el contexto del desarrollo local y turismo sostenible. *Holos*. 3 (33) 183- 197
- Rodríguez, M. (2022). La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en la clase de inglés para fines específicos: Una propuesta para la implementación de los ODS en el Grado en Turismo . Tabanque. *Revista Pedagógica*, 34(1), 45–67. <https://doi.org/10.24197/trp.1.2022.45-67>
- Ruíz, M. y González, A. (2020) El marketing con causa como herramienta para promover comportamientos sostenibles al visitar áreas naturales protegidas como destinos turísticos. *Tur., Visão e Ação*. 22 (3) 402-423 <https://doi.org/10.14210/rtva.v22n3.p402-423>
- Secretaría de Turismo (2020). *Programa Sectorial de Turismo 2020-2024*. http://sistemas.sectur.gob.mx/SECTUR/PROSECTUR_2020-2024.pdf

Optimización de procesos industriales empleando la superficie de respuesta dual con variables de ruido cualitativas

Optimization of industrial processes using the dual response surface with qualitative noise variables

Iván Martínez Mendoza

Universidad Tecnológica Paso del Norte
ivan.martinez@utpn.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-9148-6939>

Ulises Martínez Contreras

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México
ulises.mc@cdjuarez.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-1631-4448>

Jaime Sánchez Leal

jsanchez@itcj.edu.mx
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México
<https://orcid.org/0000-0002-6324-2379>

Resumen

La metodología de superficie de respuesta dual, conocida por sus siglas MSRD, ha sido un aliado a través de los años de la calidad en la optimización de procesos industriales de todo tipo, de ahí que su aplicación haya crecido significativamente en los últimos veinte años, aunque posee una limitante significativa: no puede incluir factores de ruido cualitativos en las variables de ruido o no controlables, pues la metodología tiene entre sus supuestos que los factores de ruido tienen un comportamiento que ajusta una distribución normal. Por ende, surgen las siguientes interrogantes: ¿cómo podríamos incluir en los modelos un factor de ruido cualitativo?, ¿qué distribución de probabilidad ajustaría de mejor manera al factor de ruido cualitativo?, ¿cuál sería la forma correcta de incluir este tipo de factores de ruido en la metodología? Para intentar responder esos cuestionamientos, este capítulo reúne los experimentos y resultados de más de cinco años de investigación y aplicaciones de esta nueva metodología propuesta.

Palabras claves: superficie de respuesta dual, factor de ruido cualitativo, optimización de procesos, diseño robusto.

Abstract

The dual response surface methodology known by its acronym MSRD has been an ally of quality in the optimization of industrial processes of all types over the years, its application growing significantly in the last twenty years, however, it has a limitation. significant, not being able to include qualitative noise factors in the noise or non-controllable variables.

Since the methodology has among its assumptions that the noise factors have a behavior that adjusts a normal distribution. But what would happen if this were not the case? How could we include a qualitative noise factor in the models? What probability distribution would best fit the qualitative noise factor? What would be the correct way to include this type of factors? of noise in the methodology? This chapter brings together the experiments and results of more than five years of research and applications of this proposed new methodology.

Keywords: Dual response surface, qualitative noise factor, process optimization, Robust design.

Introducción

La metodología de superficie de respuesta es un conjunto de herramientas estadísticas y matemáticas utilizadas para el análisis y modelación de problemas en los que una variable estudiada es influenciada por otras. Los orígenes de la metodología de superficie de respuesta (RSM, *response surface methodology*, en inglés) se remontan a los trabajos de Box y Wilson (1951). Sin embargo, en las últimas dos décadas, esta herramienta ha experimentado un avance significativo, tanto en investigaciones teóricas como en aplicaciones en la industria y tecnología.

Las técnicas de diseño robusto implican la determinación de los valores de los factores (parámetros) x , así como un plan de experimentación en el que se mide la característica de calidad (respuesta y) en diversas combinaciones de los valores de los factores x , teniendo en cuenta su variabilidad. También se consideran los factores de ruido, que son ajenos al producto, pero influyen en la respuesta, y no pueden ser controlados (Myers, 1973). El modelo general de la respuesta y se muestra en la ecuación 1.

$$y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_{11}x^2 + \delta_1z + \delta_{11}xz + \varepsilon \quad (1)$$

Las letras griegas beta y delta representan los coeficientes de los factores de control y ruido, y la épsilon el error aleatorio del modelo. El factor considerado de ruido es una variable aleatoria de la cual usualmente no se conoce su distribución de probabilidad ni su valor esperado $E(y)$ ni su varianza $V(y)$. Aplicando el operador de valor esperado y de la varianza, se obtienen las ecuaciones 2 y 3.

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_{11}x^2 + \delta_1E(z) + \delta_{11}xE(z) \quad (2)$$

$$V(y) = (\delta_1 + \delta_{11}x)^2V(z) + \sigma^2 \quad (3)$$

Ya que no es posible conocer el valor esperado y la varianza de la variable de ruido z , se tienen que estimar a partir de una muestra representativa de sus posibles valores.

En la actualidad las aplicaciones de la estadística en la optimización de procesos son herramientas de gran impacto utilizadas por la mayoría de las empresas en la optimización de la media de sus procesos y para reducir su variabilidad (Gutiérrez, 2008). Anteriormente, se han resuelto problemas de factores robustos empleando el método de superficie de respuesta con factores de ruido

cuantitativos; sin embargo, no hay registro de problemas resueltos donde las variables o factores de ruido sean del tipo cualitativos (Hijar, 2009).

Considerando el modelo de superficie de respuesta de segundo grado que incluye un factor de control (x) y uno de ruido cualitativo (z), da como resultado la siguiente ecuación 4 (Myers, 1995).

$$y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_{11}x^2 + \delta_1z + \delta_{11}xz + \varepsilon \quad (4)$$

El factor de ruido es una variable aleatoria de la cual usualmente no se conoce su distribución de probabilidad ni su valor esperado ni su varianza. Aplicando el operador de valor esperado y de la varianza, se obtiene las ecuaciones 5 y 6, respectivamente.

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_{11}x^2 + \delta_1E(z) + \delta_{11}xE(z) \quad (5)$$

$$V(y) = (\delta_1 + \delta_{11}x)^2V(z) + \sigma^2 \quad (6)$$

Como se puede observar, a diferencia de los casos generales continuos mostrados en la ecuación 1, en este modelo con una variable de ruido cualitativa el valor esperado del factor de ruido $E(z)$ sigue apareciendo en la ecuación de la media de la respuesta y ecuación 7. Además, en la ecuación de la varianza de y, aparece la varianza del factor de ruido cualitativo $V(z)$ ecuación 8. Por lo tanto, es necesario determinar a qué distribución de probabilidad se ajusta el factor de ruido cualitativo y cómo estimar su media y su varianza para incorporar estos valores en las ecuaciones correspondientes.

Estos modelos que representan el valor esperado y la varianza de la respuesta se pueden generalizar de la siguiente manera (Montgomery, 1974).

$$E(y) = \beta_0 + \sum_{i=1}^c \beta_i x_i + \sum_{i=1}^c \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{c-1} \sum_{j=i+1}^c \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{k=1}^u \delta_1 E(z) + \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^u \delta_{1k} x_i E(z_k) \quad (7)$$

$$V(y) = \sum_{k=1}^u \left(\delta_k + \sum_{i=1}^c \delta_{ik} x_i \right)^2 V(z_k) + \sigma^2 \quad (8)$$

Es frecuente encontrar variables cualitativas de ruido en los procesos industriales que pueden afectar el rendimiento del proceso en estudio. Algunos ejemplos de estas serían los siguientes: proveedor (diferentes proveedores de una empresa pueden influir en la calidad) (Hurtado, 2009), tipo de máquina (varios tipos o marcas de máquinas; a pesar de que es posible controlar las variables de control en las máquinas, factores como diferentes modelos o antigüedad pueden generar variaciones o ruido), trabajador (empleados encargados de realizar una tarea; dado que las personas son inherentemente variables, la presencia de diferentes individuos con diversas habilidades y

características constituye un factor de ruido cualitativo), tipo de procesador (diferentes procesadores cuyo rendimiento se desea comparar), aditivo químico (diferentes tipos de aditivos químicos) e incluso distintos métodos de enseñanza (enfoques pedagógicos cuyos resultados se desean comparar para validar su rendimiento)(Montgomery, 2004).

Dicho esto, la investigación y desarrollo de una metodología de superficie de respuesta para abordar factores de ruido cualitativos sería una herramienta valiosa en la optimización de procesos industriales mediante el método de superficie de respuesta. Hasta el momento, no se tiene registro de alguna metodología que permita el tratamiento de dichos factores.

Materiales y método

Para esta investigación se emplearon los siguientes materiales:

Software:

- a) Minitab
- b) Excel
- c) MathCad
- d) MathLab

Hardware:

- a) Equipo de cómputo para análisis de datos.
- b) Equipo para medición de variables (Gage, termómetros, etc.).

Recursos:

- a) Uno o más procesos industriales, donde sea aplicable y factible la validación de la metodología propuesta.
- b) Recurso humano capacitado para apoyar en el desarrollo y aplicación de la metodología.
- c) Convenios/bases de concertación que permitan una mayor vinculación entre la institución y el sector productivo.
- d) Recurso monetario para la publicaciones y difusión de los resultados obtenidos.

Método

En esta sección se abordará la metodología de la investigación propuesta, así como los pasos necesarios para definir y validar la metodología de superficie de respuesta dual con variables de ruido cualitativas.

Los pasos para la aplicación de la MSRDVC son los siguientes:

1. Definir modelos de la respuesta cuya solución óptima se pueda conocer analíticamente.
2. Usar los modelos para simular la respuesta en las corridas experimentales de acuerdo a un diseño experimental apropiado.

3. Identificación de la distribución de probabilidad empírica de los factores de ruido cualitativos.
4. Obtener la solución que optimiza simultáneamente la media y la varianza.
5. Comparar la solución obtenida con la metodología MSRDCV con la solución obtenida analíticamente para verificar la efectividad de la metodología MSRDCV.
6. Validar la metodología MSRDCV en un caso real.

Resultados

La siguiente etapa de la investigación consiste en poner en práctica la metodología propuesta en casos prácticos donde pudiéramos incluir un factor de ruido cualitativo. A continuación, se presenta un resumen de dos casos de aplicación prácticos, así como los resultados significativos que se obtuvieron para cada uno de ellos.

Caso práctico 1. Thermotech

Después de realizar varias simulaciones con resultados favorables, en seguida se expondrá la puesta en práctica de la metodología. Para esto, se llevó a cabo la búsqueda de dos procesos industriales que pudieran optimizarse por medio de la superficie de respuesta y que contaran con factores de ruido cualitativos.

El primer caso práctico fue el desarrollado en la empresa Thermotech, maquila de procesos de moldeos e inyección de plásticos ubicada en el parque industrial Tomas Fernández, cuyas instalaciones se muestra en la figura 1.

Figura 1. Maquiladora Thermotech



Fuente: elaboración propia

En este caso, se trata de un proceso de inyección de piezas de plástico utilizadas en la tapa superior de un radiador automotriz. La variable de respuesta es la profundidad de la boca del componente, cuyo valor óptimo es de -2.3 pulgadas (el signo negativo indica una inyección hacia abajo). Los factores de control son la temperatura de la máquina y la cantidad de polímero granulado. Sin embargo, se presenta un factor de ruido cualitativo relacionado con el tipo de máquina utilizada en

este proceso. Se dispone de tres máquinas diferentes para llevar a cabo la operación, y la elección de cuál de ellas usar no se controla de manera precisa, ya que se selecciona la máquina disponible en ese momento. En ocasiones, cuando varias máquinas están desocupadas, la decisión es subjetiva.

La producción diaria por turno de esta pieza es de 856 unidades, y se trabajan tres turnos distintos. La pieza pasa por una operación que combina materias primas, y se elige la máquina que esté disponible, lo que significa que la producción individual de cada máquina puede variar en cada día o turno. En la figura 2 se muestra la distribución de piezas en un turno específico, junto con su respectivo porcentaje de utilización.

Figura 2. Diagrama de las tres máquinas de inyección de plástico



Fuente: elaboración propia

En este ejemplo práctico, la cuestión radica en cómo el factor de ruido cualitativo de la máquina afecta la respuesta y cómo se puede incorporar en la metodología del criterio simultáneo, a pesar de su naturaleza cualitativa. Para abordar este desafío, utilizaremos la metodología propuesta. La ecuación 9 describe la respuesta óptima.

$$x^2 + y^2 + z^2 - xy + x - 2z \tag{9}$$

Si bien es cierto que se programan y controlan las variables de cada máquina, lo que no se controla es la asignación de materia prima a una máquina específica debido al flujo de las piezas (la máquina desocupada recibe la materia prima). El hecho de que no se pueda controlar a qué máquina llegará la materia prima para su inyección, y dado que las 3 máquinas son diferentes, algunas con más tiempo de uso (más antiguas) que otras, puede generar una posible variación. Este aspecto ha sido observado por el supervisor del segundo turno y se considera como un factor de ruido.

El diseño central compuesto modificado se presenta en la tabla 1, donde se pueden encontrar los factores de control y los factores de ruido codificados, junto con el cálculo del error aleatorio, que se determina utilizando un número aleatorio y una variable estandarizada.

Tabla 1. DCCM Caso Thermotech

x1	x2	z	número aleatorio	Variable Estandarizada	Error Aleatorio	y
-1	-1	-1	0.873372723	1.142480003	0.2627704	3.2627704
1	-1	-1	0.537383583	0.093844308	0.02158419	7.02158419
-1	1	-1	0.754006815	0.687152917	0.15804517	5.15804517
1	1	-1	0.969842948	1.878490442	0.4320528	5.4320528
-1	-1	1	0.516456264	0.041261442	0.00949013	-0.99050987
1	-1	1	0.921700866	1.416605607	0.32581929	3.32581929
-1	1	1	0.041594312	-1.73247725	-0.39846977	0.60153023
1	1	1	0.631452851	0.335703723	0.07721186	1.07721186
-1.68179283	0	0	0.394147145	-0.268526226	-0.06176103	1.08487326
1.68179283	0	0	0.053616058	-1.610759666	-0.37047472	4.13974523
0	-1.68179283	0	0.935283007	1.516337691	0.34875767	3.17718479
0	1.68179283	0	0.612524118	0.285903852	0.06575789	2.89418501
0	0	0	0.17764923	-0.924360871	-0.212603	-0.212603
0	0	0	0.592881615	0.234963878	0.05404169	0.05404169
0	0	0	0.569030463	0.173906334	0.03999846	0.03999846
0	0	0	0.192350518	-0.869267134	-0.19993144	-0.19993144
0	0	0	0.89231172	1.238916128	0.28495071	0.28495071

Fuente: elaboración propia

En este caso práctico, para la distribución del factor de ruido se decidió utilizar la distribución empírica con el fin de estimar la media y desviación estándar. Para ello, se utilizó la ecuación 10, la cual ofreció como resultado una media de 2.0105 y una desviación estándar de 0.7099.

$$f(x) \begin{cases} 0 & \text{para } x < x_1 \\ \frac{i}{n} & \text{para } x_i \leq x \leq x_{(i+1)} \\ 1 & \text{para } x \geq x_n \end{cases} \quad (10)$$

Luego se llevó a cabo el análisis en Minitab siguiendo los pasos establecidos en la metodología, y se procedió a realizar simulaciones para recopilar los resultados empleando el criterio simultáneo en la superficie de respuesta. Los datos de la tabla 2 muestran estas simulaciones, así como la diferencia entre el valor obtenido utilizando el criterio simultáneo y el resultado óptimo de -2.33.

Tabla 2. Resumen de simulaciones: caso Thermotech

Modelo de regresión	E(z)	V(z)	E(min)	V(min)	simultaneo	peso optimo
$y = -0.307 + 0.847x_1 + 0.034x_2 - 1.927z + 1.117x_1^*x_1 + 1.091x_2^*x_2 - 1.017x_1^*x_2 - 0.040x_1^*z - 0.054x_2^*z$	2.0102	0.7099	-2.689	0.657	-3.15	0.0127
$s_2 = 0.279 + 0.956x_1 + 0.004x_2 - 2.071z + 1.085x_1^*x_1 + 1.193x_2^*x_2 - 1.022x_1^*x_2 - 0.032x_1^*z + 0.022x_2^*z$	2.124	0.687	-2.87	0.875	-3.012	0.0112
$s_3 = 0.186 + 1.040x_1 - 0.071x_2 - 2.068z + 1.093x_1^*x_1 + 1.184x_2^*x_2 - 0.963x_1^*x_2 - 0.067x_1^*z - 0.066x_2^*z$	1.987	0.715	-2.98	0.612	-2.97	0.0128
$s_4 = 0.192 + 1.040x_1 - 0.049x_2 - 1.956z + 1.123x_1^*x_1 + 1.107x_2^*x_2 - 1.043x_1^*x_2 + 0.133x_1^*z - 0.001x_2^*z$	1.963	0.678	-2.65	0.741	-3.04	0.0127
$s_5 = 0.195 + 1.048x_1 + 0.035x_2 - 2.042z + 1.057x_1^*x_1 + 1.197x_2^*x_2 - 0.939x_1^*x_2 + 0.057x_1^*z + 0.037x_2^*z$	2.012	0.71	-2.89	0.694	-2.997	0.0104
$s_6 = 0.274 + 1.004x_1 - 0.012x_2 - 1.972z + 1.159x_1^*x_1 + 1.151x_2^*x_2 - 1.015x_1^*x_2 - 0.048x_1^*z + 0.009x_2^*z$	2.14	0.75	-3.12	0.715	-3.21	0.0103
$s_7 = 0.094 + 0.963x_1 - 0.002x_2 - 1.998z + 1.265x_1^*x_1 + 1.138x_2^*x_2 - 0.913x_1^*x_2 + 0.002x_1^*z - 0.094x_2^*z$	2.05	0.69	-2.67	0.643	-2.87	0.0105
$s_8 = 0.238 + 1.060x_1 - 0.027x_2 - 2.009z + 1.081x_1^*x_1 + 1.210x_2^*x_2 - 1.063x_1^*x_2 - 0.066x_1^*z + 0.038x_2^*z$	2.0179	0.78	-2.713	0.814	-3.097	0.0135
$s_9 = 0.133 + 1.022x_1 - 0.086x_2 - 2.170z + 1.143x_1^*x_1 + 1.269x_2^*x_2 - 0.980x_1^*x_2 - 0.001x_1^*z - 0.007x_2^*z$	2.096	0.678	-2.82	0.6594	-3.14	0.0012
$s_{10} = 0.361 + 0.976x_1 - 0.024x_2 - 2.010z + 1.103x_1^*x_1 + 1.099x_2^*x_2 - 1.000x_1^*x_2 + 0.073x_1^*z + 0.106x_2^*z$	2.078	0.721	-2.642	0.681	-3.12	0.0011
			-2.8044	0.70914	-3.0606	0.009643242

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, al utilizar el criterio simultáneo, la media de la respuesta óptima para la profundidad de la pieza sería de -3.06 pulgadas, con un peso óptimo de 0.009. Esto nos lleva a determinar que la diferencia entre el valor ideal y el resultado obtenido con la metodología es de aproximadamente 0.76 pulgadas. Aunque esta cifra podría considerarse elevada, dado que esta es la primera aplicación de la MSRDVRC en un caso real y no estamos operando muy lejos de la región óptima, se considera un resultado optimista.

Caso práctico 2. Termoformados de la Frontera

Termoformados de la Frontera se dedica a la manufactura de empaques especializados desde el año 1999. La compañía está dirigida por ingenieros especialistas en la ingeniería de empaque, cuyo propósito es ofrecer el mejor servicio al cliente. Algunos de los principales productos que se manufacturan se muestran en la figura 3.

Figura 3. Principales productos termoformados



Fuente: elaboración propia

En esta empresa se planteó una problemática práctica para la aplicación de la metodología en el área de corte debido al factor cualitativo operador. La empresa Termoformados de la Frontera se encuentra ubicada en la calle Fray Servando Teresa de Mier #6419 A, en la colonia San Lorenzo con CP 32320 en Ciudad Juárez Chihuahua. En la figura 4 se muestra el exterior de la empresa.

Figura 4. Termoformados de la frontera



Fuente: elaboración propia

El caso consiste en una estación de corte en la que se procesa una charola con el número de parte 1897-23, perteneciente al cliente Harman by Samsung. En esta estación, las charolas termoformadas deben ser cortadas y separadas después del proceso de termoformado. Esto se

debe a que la hoja de plástico que entra en la máquina termoformadora permite termoformar 9 charolas a la vez, gracias a las dimensiones relativamente pequeñas del producto (8 pulgadas de largo por 4 pulgadas de ancho). La figura 5 muestra la estación de corte de charola.

Figura 5. Máquina cortadora de charolas



Fuente: elaboración propia

Debido a la particularidad de este paso en el proceso, se ha tomado como un claro ejemplo de la aplicación de la metodología. En esta parte de la operación, se realiza el corte cuando se han termoformado cierto número de charolas y puede ser llevado a cabo por cualquiera de los tres empleados de diferentes etapas del proceso (empleado A, B o C), dependiendo de quién esté disponible en ese momento, según sus otras ocupaciones. Por lo tanto, se puede estimar que, dependiendo de quién realice el corte, algunas variables de respuesta de calidad pueden variar.

En este caso, la variable de respuesta de calidad medida es el porcentaje de charolas mal cortadas en cada operación de los distintos empleados, de los cuales hay tres operadores. En otras palabras, se mide la cantidad de productos defectuosos que cada uno genera al llevar a cabo la operación de corte.

Para este caso práctico, se tomó un factor de control y un factor de ruido cualitativo. La velocidad a la que desciende la cuchilla de corte es el factor bajo control, y el factor de ruido cualitativo es el operador en sus tres niveles: Alex, Ramón y Héctor.

Para estimar la media y la desviación estándar del factor de ruido, se decidió utilizar la distribución empírica. Se aplicaron las ecuaciones 5 y 6, obteniendo como resultado una media de 7.57 y una desviación estándar de 2.4.

Después se realizó el análisis con Minitab, siguiendo los pasos establecidos en la metodología, y se procedió a efectuar las simulaciones para recopilar los resultados utilizando el criterio simultáneo

en la superficie de respuesta. Los datos de la tabla 3 muestran estas simulaciones, así como la diferencia entre el valor obtenido utilizando el criterio simultáneo y el valor óptimo de -2.33.

Se obtuvo la ecuación de modelado para el proceso de corte y se calculó la ecuación 11, la cual tiene un valor máximo de 1.5 pulgadas de diámetro, lo que ayudará a modelar la variable de calidad.

$$y(x, z) = 1 + 1x - .5x^2 - .5z + .5xz \quad (11)$$

En la figura 6 se muestra el diseño factorial del proceso de corte para cada corrida experimental correspondiente. Sus tres partes son el factorial 32 y sus respectivas tres réplicas. Se tomaron muestras durante tres semanas (cinco días a la semana) en el turno que opera la máquina cortadora y con los diferentes niveles del factor de ruido (operador). En consecuencia, la respuesta y se generó empleando la ecuación 10 y sumándole el error aleatorio simulado.

Figura 6. Diseño factorial Minitab

StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	velocidad corte	operador
9	1	1	1	3	3
3	2	1	1	1	3
13	3	1	1	2	1
25	4	1	1	3	1
11	5	1	1	1	2
23	6	1	1	2	2
12	7	1	1	1	3
19	8	1	1	1	1
26	9	1	1	3	2
2	10	1	1	1	2
16	11	1	1	3	1
24	12	1	1	2	3
15	13	1	1	2	3
7	14	1	1	3	1
27	15	1	1	3	3
5	16	1	1	2	2
6	17	1	1	2	3
4	18	1	1	2	1
22	19	1	1	2	1
20	20	1	1	1	2
10	21	1	1	1	1
18	22	1	1	3	3

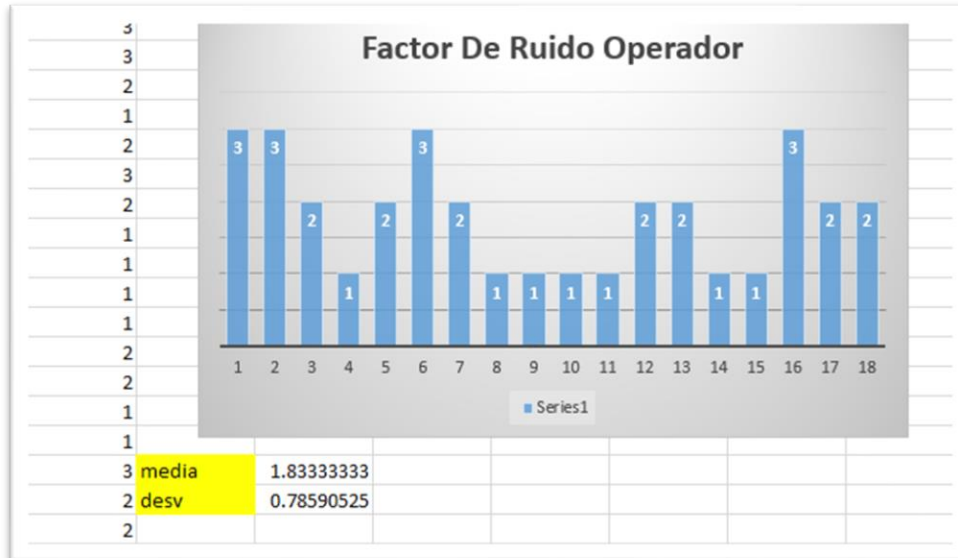
Fuente: elaboración propia

En la figura 7 se muestra el gráfico donde se realizó el muestreo de los valores que representan los niveles del factor de ruido utilizando el *software* Excel. En la primera parte, podemos observar la simulación del factor de ruido, que generó un número aleatorio entre 0 y 1, y luego se asignaron tres posibles niveles para el factor. Nivel -1 si el número está entre 0 y 0.33, lo que corresponde a Ramón; nivel 0 si está entre 0.34 y 0.66, correspondiente a Alex; y finalmente, nivel 1 si está entre 0.67 y 1, lo que corresponde a Héctor.

Además, el macro en Excel incluye una serie de gráficos que nos permiten observar la aleatoriedad para el factor de ruido, como se muestra en la figura 7, y el comportamiento de la media y la desviación estándar. Es importante mencionar que solo se recopilan 18 muestras por día debido a que la operación de corte se realiza cada 30 minutos en el turno para evitar la acumulación de charolas. El turno tiene 9 horas operativas y se realizan 18 operaciones de corte. También es relevante señalar que el empleado desocupado realiza la operación. Con una media de 1.83, se

podría decir que el empleado Alex es quien ejecuta esta operación con mayor frecuencia en un turno.

Figura 7. Factor de ruido cualitativo Excel



Fuente: elaboración propia

En la figura 8 se puede observar con más detalle el proceso de corte de las charolas termoformados; estas se dividen en parte inferior y tapa, y su funcionalidad es transportar las bocinas de Samsung.

Figura 8. Proceso de corte



Fuente: elaboración propia

Los resultados con un factor de control y un factor de ruido cualitativo, que siguen un comportamiento de una distribución uniforme, se muestran en la tabla 3, que presenta los resultados de 15 corridas experimentales. Las dos primeras columnas incluyen la media del factor de ruido $E(z)$ y la varianza simulada $V(z)$, mientras que las columnas restantes muestran el valor máximo de la media y el valor mínimo de la varianza cuando se optimizan de manera independiente. En la figura 9, se puede observar el producto final, que consiste en las charolas previamente cortadas y embaladas en paquetes de 25 tapas con sus respectivas partes inferiores. Este producto es de suma importancia para la compañía de termoformados, ya que Harman by Samsung representa el 45 % de sus pedidos.

Figura 9. Producto terminado



Fuente: elaboración propia

Se verifica la cercanía de la respuesta al valor ideal de 1.5 pulgadas para validar la funcionalidad de la metodología (la respuesta óptima es un diámetro de 1.5 pulgadas). Al comparar el valor de 1.51060, el error total porcentual sería del 0.7 %, junto con una varianza promedio de 0.29, que es relativamente un valor bajo. Los límites de especificación de la charola son de 1.5 pulgadas más o menos 0.12 pulgadas, por lo que estamos dentro de los límites especificados con respecto a la media, pero no en cuanto a la varianza.

Como se puede observar en la tabla 3, en promedio, todos los resultados se acercaron bastante al valor óptimo de respuesta, lo que muestra cifras muy cercanas a la media de 1.5 pulgadas y una varianza promedio de 0.12 pulgadas.

Tabla 3. Resumen de resultados

z	Vz	E(max)	V(min)	max simultaneo	peso opt
0.008	0.06804	1.45662	0.21227	1.45642	1/9500
-0.001	0.01	1.41411	0.19997	1.41399	1/12000
0.005	0.06944	1.63876	0.26855	1.63858	1/9000
-0.003	0.0658	1.63882	0.26857	1.63862	1/8000
0	0.06868	1.3286	0.17652	1.32832	1/7500
0.013	0.07405	1.5537	0.2414	1.5536	1/5000
0.006	0.0562	1.58682	0.2518	1.58665	1/5000
0.004	0.06852	1.62304	0.26342	1.6229	1/5000
0.007	0.06516	1.47488	0.21753	1.47471	1/9000
0.004	0.0665	1.47906	0.21876	1.47889	1/8500
0.008	0.05793	1.44536	0.20891	1.44518	1/8500
0.005	0.06944	1.53928	0.23694	1.53911	1/9000
-0.004	0.05842	1.44133	0.20774	1.44117	1/9000
0.008	0.07208	1.47649	0.218	1.47632	1/8500
0.012	0.05915	1.5649	0.24489	1.56467	1/9000
0.0048	0.0661927	1.510785	0.2290113	1.510608667	1/11250

Fuente: elaboración propia

Los resultados observados en la aplicación para la optimización de la operación de corte, utilizando la superficie de respuesta dual en un caso real en la empresa Termoformados de la Frontera, tienen como propósito verificar que la metodología sea efectiva para resolver distintos aspectos que se puedan presentar en la práctica de los procesos industriales.

Es importante destacar que los resultados previstos en este proyecto de investigación, desde los primeros obtenidos a través de casos de simulación, sugieren la idea de que la mejor manera de introducir el factor de ruido cualitativo en la MSR es asumiendo el supuesto de que este sigue una distribución uniforme discreta. Además, se ha demostrado que el método Montecarlo (-1, 0, 1) es útil para representar los niveles, siempre y cuando se utilicen tres de ellos.

Discusión

La optimización de procesos industriales mediante la estadística ha sido un tema recurrente en investigaciones a nivel mundial, lo cual se debe a los excelentes resultados que ha demostrado en el ámbito industrial. Sin embargo, siempre es necesario explorar y validar nuevas perspectivas en este campo. La presente publicación plantea una de estas perspectivas y abre la puerta a la discusión sobre si es posible aplicar la metodología propuesta a cualquier proceso industrial o si es más adecuada para ciertos tipos de procesos en particular.

Conclusiones

Después de llevar a cabo la investigación, se procedió a desarrollar experimentos en situaciones reales de procesos de formado de plástico, en los cuales se pudo observar con mayor claridad la presencia de los factores de ruido cualitativos. A menudo, estos pasan desapercibidos o se tratan

de convertir en variables cuantitativas para un análisis estadístico más efectivo. Por ello, a partir de estas reflexiones, se pueden señalar las siguientes conclusiones:

- a) La metodología planteada al inicio de este documento tiene aplicación en la optimización de procesos industriales.
- b) Los factores de ruido son naturales y esencialmente parten de la cotidianidad de un proceso industrial.
- c) La variabilidad que estos factores provocan en la variable o variables de respuesta en ocasiones puede ser muy alta o mayor que un factor cuantitativo.
- d) La distribución que parece ajustar mejor el comportamiento de estos factores de ruido cualitativos sería una distribución de probabilidad uniforme discreta, y para algunos casos la distribución empírica.
- e) El método de Montecarlo resulta excelente para la simulación de factores de ruido cualitativo cuando estos tienen tres niveles.
- f) El diseño central compuesto modificado tiene utilidad; sin embargo, la utilización de factoriales 2^k resulta en una vertiente válida a la hora de la experimentación.
- g) Las ecuaciones de regresión de los modelos para la media y la varianza de la variable de respuesta ajustan correctamente, aun dejando los valores esperados del factor de ruido.
- h) La metodología de superficie de respuesta dual es efectiva en problemas de factores de ruido cualitativos.

Referencias

- Box, G. y Wilson K. B. (1951). Introducción a la metodología de superficie de respuestas. la revista de la Royal Statistical Society.
- Gutiérrez, H. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* (2.^a ed.). McGraw Hill.
- Hijar, H., Sánchez, J. and Valles, A. (2009). Improving A Soldering Process Applying The Dual Response Approach To A Taguchi's Orthogonal Array, publication Journal.
- Hurtado, J. (2009). Manuscrito de Diseño Experimental. Ensayo.
- Montgomery, D. (1974). *Design and Analysis of Experiments*. Wiley University of Michigan.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. Editorial Limusa.
- Myers, R. and Carter (1973). Response Surface Techniques for dual response.
- Myers, R. and Montgomery, D. (1995). *Response Surface Methodology*. New York.

Metodología para evasión de obstáculos basada en imágenes de profundidad para un VANT

Depth Image-Based Obstacle Avoidance Methodology for a UAV

Jesús Yair Lara Reyes

Universidad Autónoma de Cd. Juárez, México
al169651@alumnos.uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0003-3482-7252>

Francesco García Luna

Universidad Autónoma de Cd. Juárez, México
francesco.garcia@uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0002-8571-914X>

Manuel Nandayapa

Universidad Autónoma de Cd. Juárez, México
mnandaya@uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0002-5928-9561>

Resumen

Cuando un robot móvil se desplaza en un entorno no estructurado, es crucial generar un movimiento seguro tanto para el robot como para los seres vivos presentes en el entorno, de ahí que resulte esencial identificar y evadir obstáculos de manera efectiva. Esta investigación, por tanto, presenta una metodología basada en imágenes de profundidad utilizando un vehículo aéreo no tripulado (VANT) para la evasión de obstáculos. La metodología empleada se divide en tres etapas principales: en la etapa de adquisición, se utiliza una cámara RGB-D para capturar la información de profundidad, lo que permite determinar la distancia relativa entre los obstáculos y el VANT mediante algoritmos de visión por computadora. Posteriormente, en la etapa de procesamiento, se genera una matriz de decisión en función de la información de profundidad, la cual identifica el siguiente vector de desplazamiento relativo al VANT libre de colisiones. Finalmente, en la etapa de control, el desplazamiento relativo se transforma en coordenadas locales y se envía al VANT como referencia de posición. Esta metodología fue validada a través de un sistema *software-in-the-loop* (SITL) mediante la realización de cinco experimentos en tres escenarios de simulación distintos: evasión horizontal, evasión vertical y evasión mixta o diagonal. Los resultados obtenidos demuestran que un VANT puede navegar de manera exitosa en un entorno no estructurado utilizando únicamente la información proporcionada por una cámara RGB-D montada en su estructura. Además, se observó que el VANT converge hacia la posición de referencia de manera consistente, independientemente de la presencia de obstáculos. Por último, se concluye que es posible reducir la cantidad de sensores necesarios para que un VANT evite obstáculos, empleando

únicamente una cámara RGB-D y técnicas de visión por computadora basadas en imágenes de profundidad.

Palabras clave: visión por computadora, software-in-the-loop, simulación, VANT, ROS.

Abstract

When a mobile robot moves in an unstructured environment, the motion must be conducted safely, both for the robot and for the living beings in the environment. Therefore, it is essential to identify and evade obstacles. This research presents a methodology for obstacle avoidance based on depth images using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV). The methodology is divided into three stages: in the acquisition stage, depth information is captured through an RGB-D camera to determine the relative distance between obstacles and the UAV using computer vision algorithms. Then, in the processing stage, a decision matrix is generated based on the depth information, where the next collision-free relative displacement vector to the UAV is identified. Finally, in the control stage, the relative displacement is transformed into local coordinate displacement and sent to the UAV as a position reference. The methodology was validated in a Software-in-the-Loop (SITL) system with five experiments in three different simulation scenarios: horizontal evasion, vertical evasion, and mixed or diagonal evasion. The results show that a UAV can navigate in an unstructured environment using only information from an RGB-D camera mounted on the UAV's structure. Additionally, the UAV converges to the reference position regardless of obstacles. Finally, it is concluded that it is possible to reduce the number of sensors needed for obstacle avoidance in a UAV to one, considering only depth images and computer vision techniques with an RGB-D camera.

Keywords: computer vision, software-in-the-loop, simulation, UAV, ROS.

Introducción

El desarrollo de aplicaciones con VANT ha experimentado un incremento significativo en la última década, tanto en aplicaciones de investigación como de consumo (Sultan *et al.*, 2021). Sin embargo, el aspecto común en la mayoría de estas aplicaciones con VANT se centra en garantizar la seguridad y la integridad tanto de las personas en su entorno como del propio VANT mientras se desplaza en un ambiente no estructurado. Para abordar esta cuestión, se han desarrollado algoritmos basados en técnicas como la simplificación de mapas de nube de puntos (Aldao *et al.*, 2022) o la visión por computadora para identificar obstáculos mediante el uso de cámaras monoculares y su aparente cambio en tamaño (Zubair, 2019). Además, se han diseñado algoritmos de planificación de trayectorias para entornos no estructurados tanto en exteriores como en interiores (Khan *et al.*, 2021).

Para que un VANT pueda realizar la navegación de manera autónoma, es fundamental que esté equipado con diversos sensores que le permitan estimar con precisión su posición y orientación en relación con un marco de referencia (GPS, cámara de flujo óptico, sensores inerciales y barómetro). Igualmente, sensores que le sirvan para detectar obstáculos en su trayectoria (sensores ultrasónicos, cámaras, radares, sensores de tiempo de vuelo o LiDAR [*light detection and ranging*]), así como un controlador de vuelo, una combinación de motor-hélice y una batería (Balestrieri *et al.*, 2021).

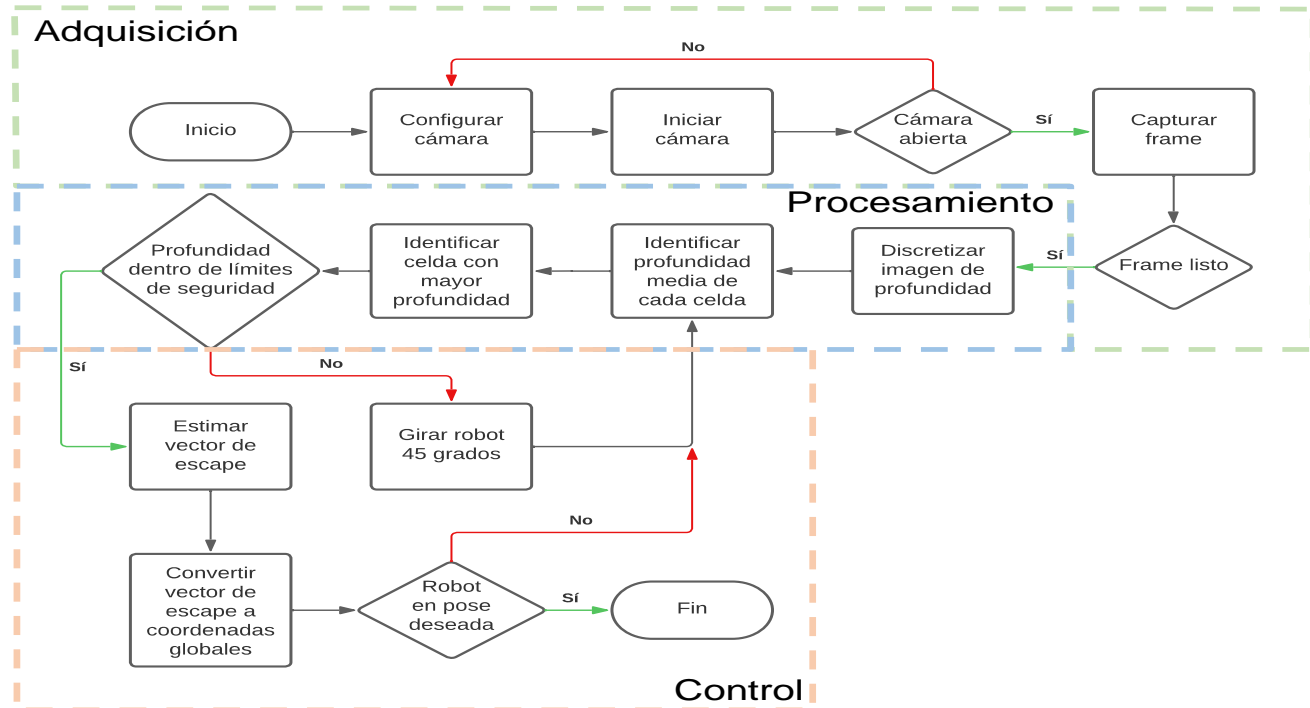
Además, a medida que se incrementa la cantidad de componentes incorporados en un VANT, aumenta la masa que debe desplazar y se requiere un mayor empuje generado por la combinación de motor-hélice, así como una mayor capacidad de descarga de la batería (Barrera, 2021). Este aumento en el número de componentes genera un compromiso entre la cantidad de sensores que un VANT puede transportar y su capacidad para detectar obstáculos en su entorno.

Como principal contribución, esta investigación propone una metodología de navegación autónoma con evasión de obstáculos que utiliza información de una cámara RGB-D montada en el VANT para navegar en un escenario no estructurado y determinar la ruta inmediata libre de colisiones.

Metodología

La metodología propuesta (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) se divide en tres etapas: adquisición, procesamiento y control. En la etapa de adquisición, se configuran los parámetros de la cámara de profundidad, se gestiona la conexión con la computadora y se recibe el cuadro de imagen. En la segunda etapa, se realiza el procesamiento de la imagen de profundidad, discretizando la imagen en una matriz de $m \times n$, donde cada celda representa una subimagen de profundidad. Además, se determina la profundidad promedio para cada celda e identifica la celda con la menor profundidad. Por último, la etapa de control se encarga de estimar el vector de escape, el cual, junto con el desplazamiento local, envía las coordenadas locales al sistema SITL. En caso de que el robot no pueda realizar un movimiento relativo seguro, girará en sentido horario 45 grados en busca de un desplazamiento relativo seguro y libre de colisiones.

Figura 1. Metodología para evasión de obstáculos basada en imágenes de profundidad para un VANT



Fuente: Elaboración propia

Materiales

En esta sección se presenta una descripción detallada de los componentes utilizados para implementar la metodología propuesta de detección y evasión de obstáculos en un entorno de simulación no estructurado. En el ámbito de la navegación autónoma de VANT, la selección de materiales apropiados y la integración de sensores precisos son aspectos clave para lograr una operación eficiente y segura. Por consiguiente, en este apartado, se presentarán en detalle los materiales y equipos utilizados, así como su relevancia para el desarrollo de la metodología propuesta.

De igual forma, se describirá el VANT empleado en el estudio, incluyendo sus características técnicas, capacidades de vuelo y sistema de propulsión. Asimismo, se proporcionará información detallada sobre la cámara RGB-D utilizada para capturar la información de profundidad, así como los algoritmos de visión por computadora empleados para procesar dicha información.

VANT

El VANT considerado para la validación de la metodología en los escenarios de simulación está basado en el modelo 3dr Iris. Este es un multicoptero de 4 hélices de tipo Quad X, con distancia entre motores de 550 mm, una altura de 100 mm, una masa aproximada de 1282 kg (con batería) y una capacidad de carga de 0.4 kg, mientras que la longitud de las hélices es de 10 pulgadas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). El VANT también incluye un GPS con magnetómetro, un sensor de mediciones inerciales (IMU, por sus siglas en inglés) y un altímetro (las características se recolectan en la

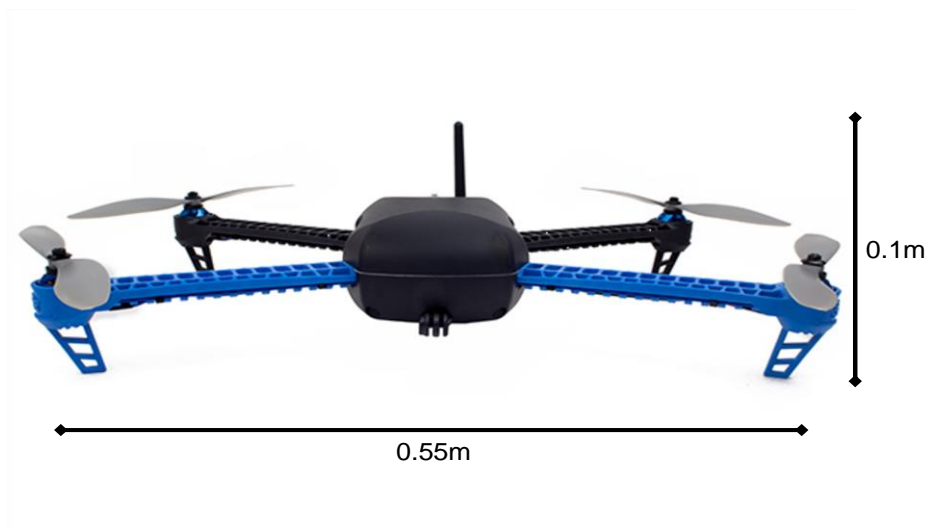
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1).

Figura 2. Dimensiones del VANT 3dr Iris

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Características técnicas del VANT 3dr Iris



Característica	Especificación
Familia	Multicóptero de 4 hélices
Tipo	Quad X
Distancia entre motores	0.55 m
Altura	0.1 m
Masa (con batería)	1282 kg
Capacidad de carga	0.4 kg

Longitud de hélice	10 pulgadas
Pitch de hélice	4.7
Sensores	GPS con magnetómetro, IMU de 6 ejes, altímetro

Fuente: Elaboración propia

Sistema software-in-the-loop

El sistema SITL (*software-in-the-loop*) está basado en el *framework* de PX4. Este es un *software* de control de vuelo de código abierto para drones aéreos, terrestres, marinos y submarinos, que provee un conjunto de herramientas flexibles para desarrollar algoritmos de control y navegación. PX4 permite controlar distintos tipos de robots no tripulados, como multicopteros, robots de ala fija, sistemas tipo *vertical take off and landing* (VTOL, por sus siglas en inglés), entre otros. Además, es compatible con sensores como GPS (sistema de posicionamiento global, por sus siglas en inglés), RTK (navegación cinética en tiempo real, por sus siglas en inglés), cámaras de flujo óptico, sensores ultrasónicos y de tiempo de vuelo, etc.

Una de las grandes ventajas de PX4 es que se puede utilizar con sistemas SITL, lo que permite simular el comportamiento del VANT en una computadora o en una red local. PX4-SITL es compatible con Gazebo, FlightGear, JBSim, jMAVSim y AirSim, así como con Mavlink y ROS.

Escenarios de simulación en Gazebo

Los escenarios de simulación se diseñaron utilizando ROS como interfaz entre el sistema SITL y los algoritmos de visión por computadora. *Robot operating system* (ROS por sus siglas en inglés) es una herramienta multiplataforma de código abierto para desarrollo de *software* para aplicaciones de robot. ROS facilita la comunicación entre *hardware* y *software*, pues permite a los desarrolladores enfocarse en el desarrollo del *software*, y dejando a ROS el manejo y configuración de los *drivers*. De esta forma, ROS actúa como un intermediario o *middleware*, entre el desarrollador y el robot. Existen diversas versiones de ROS, principalmente ROS1 y ROS2. La principal diferencia radica en la compatibilidad con sistemas operativos y lenguajes de programación. Además, ROS1 es un sistema centralizado, mientras que ROS2 es un sistema descentralizado.

En la literatura se reportan trabajos que han utilizado ROS como plataforma para desarrollar experimentos con robots. Por ejemplo, Ugalde Pereira *et al.* (2022) analizaron y compararon planificadores de trayectorias para robots móviles haciendo énfasis en el desempeño en ambientes simétricos y asimétricos. Asimismo, Guan *et al.* (2020) desarrollaron una técnica denominada como *visible light positioning* (VLP por sus siglas en inglés) en ROS para demostrar que un robot móvil TurtleBot3 puede estimar su posición en un ambiente en interior con una resolución menor a 1 cm. Por otro lado, Alajami *et al.* (2022) diseñaron un *plugin* de ROS para simular un sistema RFID y lo validaron mediante el uso de un UA. También Kong *et al.* (2023) desarrollaron una herramienta para generar escenas tridimensionales, a partir de un mapa de nube de puntos, con la intención de presentar una alternativa para el desarrollo de herramientas para VANT con sensor LiDAR. Por último, Jayaweera y Hanoun (2020) crearon una técnica llamada *dynamic artificial potencial field* (D-APF por sus siglas en inglés) utilizando ROS como *middleware* para el seguimiento de objetivos terrestres utilizando un VANT.

Como se puede apreciar en los casos anteriores, utilizar ROS como herramienta en aplicaciones de robótica permite a los desarrolladores diseñar experimentos en ambientes reales o simulados. Existen ocasiones en las que las características del experimento son difícilmente reproducibles en la realidad, o el costo de reproducción o por falla es elevado, por lo que los desarrolladores que emplean ROS usan herramientas de simulación compatibles, como Gazebo.

Gazebo es una colección de herramientas de *software* de código abierto diseñado para el desarrollo de aplicaciones en simulación de alto desempeño. Gazebo se ha utilizado como *framework* competencias internacionales, por ejemplo, *virtual robotics challenge* (VRC) de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada en Defensa (DARPA por sus siglas en inglés). En el caso de investigación aplicada, se ha utilizado Gazebo en el diseño de un algoritmo para el mapeo tridimensional de estructuras submarinas (Palomeras *et al.*, 2018) en el diseño de modelo de control predictivo para evasión de obstáculos dinámico para un manipulador móvil (Li y Xiong, 2019). Además, se ha implementado en el desarrollo con sistemas multiagentes; por ejemplo, en el diseño de un algoritmo de control multiagentes para la formación de robots móviles basado en visión por computadora (Liu *et al.*, 2019) o en el diseño de un sistema cooperativo aéreo-terrestre para tareas de construcción automáticas (Krizmancic *et al.*, 2020), entre otros. Igualmente, es compatible con varios tipos de sensores, entre los que se encuentran cámaras monoculares, cámaras estéreo, sensores de profundidad, de posición, de velocidad, de fuerza o inerciales. De hecho, es posible diseñar un sensor propio basado en la interacción de fenómenos físicos, con o sin aceleración de *hardware*.

Para validar la metodología, los escenarios de simulación deben forzar al VANT a evadir de forma vertical, horizontal y diagonal. Por lo tanto, los escenarios deben contener obstáculos que restrinjan las opciones de desplazamiento sobre distintos ejes.

Métodos

Etapa de adquisición

De acuerdo con la metodología propuesta, en la etapa de adquisición se configuran los parámetros de la cámara de profundidad, los cuales corresponden con la resolución de la imagen en ancho (w) y alto (h), así como el método de adquisición de la imagen de profundidad, la tasa de cuadros por segundo (fps), el enfoque, el contraste, el formato, el espacio de color y los límites mínimos (d_{min}) y máximos (d_{max}) deseados de profundidad. Después, se inicializa la cámara, es decir, se configura el protocolo de comunicación para el envío de las imágenes a la computadora para su procesamiento. Si el cuadro de imagen no llega completo, o no llega en la resolución y formato seleccionado, se espera un siguiente cuadro de imagen; en caso contrario, la metodología continúa a la etapa de procesamiento.

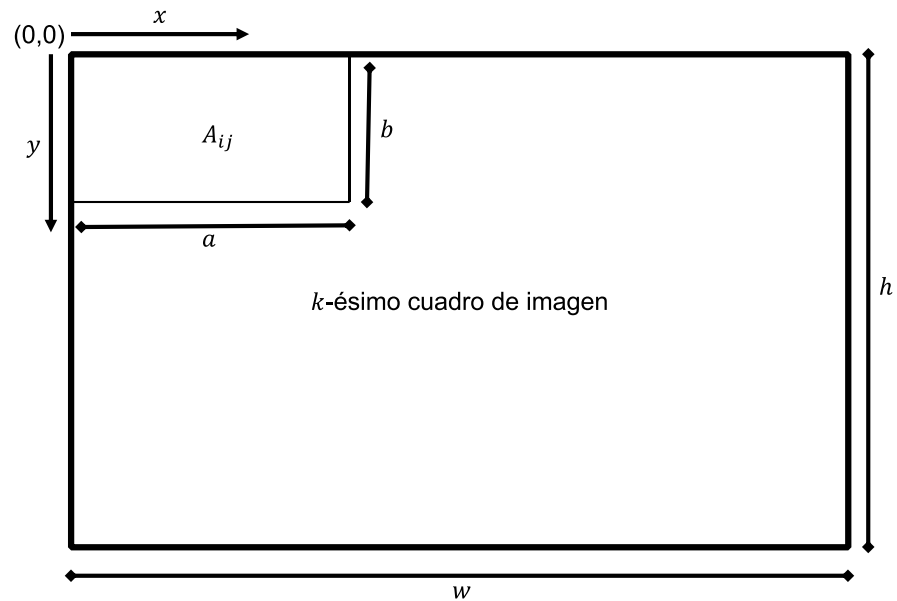
Etapa de procesamiento

En la etapa de procesamiento se discretiza la imagen en una matriz de $m \times n$, donde m y n son la cantidad de submatrices o celdas (A_{ij}) en las que se divide la imagen sobre los ejes x y y , respectivamente (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Además $m, n \in \mathbb{Z}^+$ i mpares, $3 \geq m \geq w$, y $3 \geq n \geq h$, donde w y h son la cantidad de píxeles en la imagen en el eje x y y , respectivamente. Una vez que se divide la imagen en submatrices, se calcula la profundidad promedio \bar{d} de cada submatriz mediante la ecuación (1):

$$\bar{d}_{ij} = \frac{\sum_a \sum_b d_{ab}}{N_{ij}} \quad (1)$$

donde, \bar{d}_{ij} es la profundidad media de la ij -ésima submatriz, a y b son la cantidad de píxeles en cada submatriz sobre los ejes x y y , respectivamente, y N_{ij} es la cantidad de píxeles en la ij -ésima submatriz.

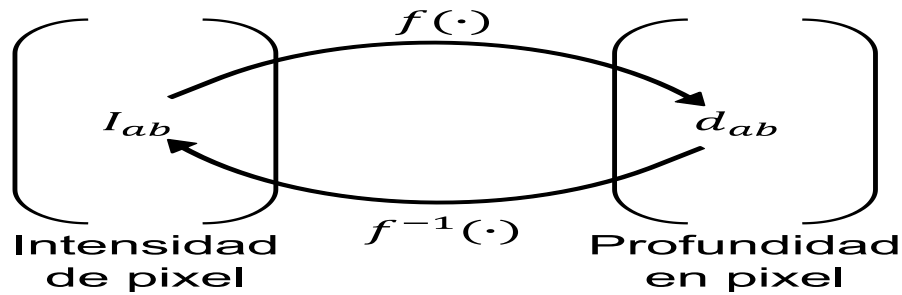
Figura 3. Discretización de cuadro de imagen en donde se indica el origen y los ejes coordenados



Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas las profundidades medias de cada submatriz en el cuadro de imagen, y considerando que la imagen de profundidad es una imagen a escala de grises en donde cada valor de gris en el rango $\{0,255\}$ corresponde con un valor de profundidad normalizado en el rango $\{d_{max}, d_{min}\}$ metros, es decir, $(0,255) \mapsto (d_{max}, d_{min})$. Entonces, existe una función de mapeo lineal y biyectiva que mapea cualquier valor del conjunto de las intensidades del píxel a la distancia relativa entre la cámara de profundidad, y viceversa (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 4. Visualización de mapeo biyectivo entre el conjunto de intensidades de píxel en la imagen y profundidad estimada en el píxel

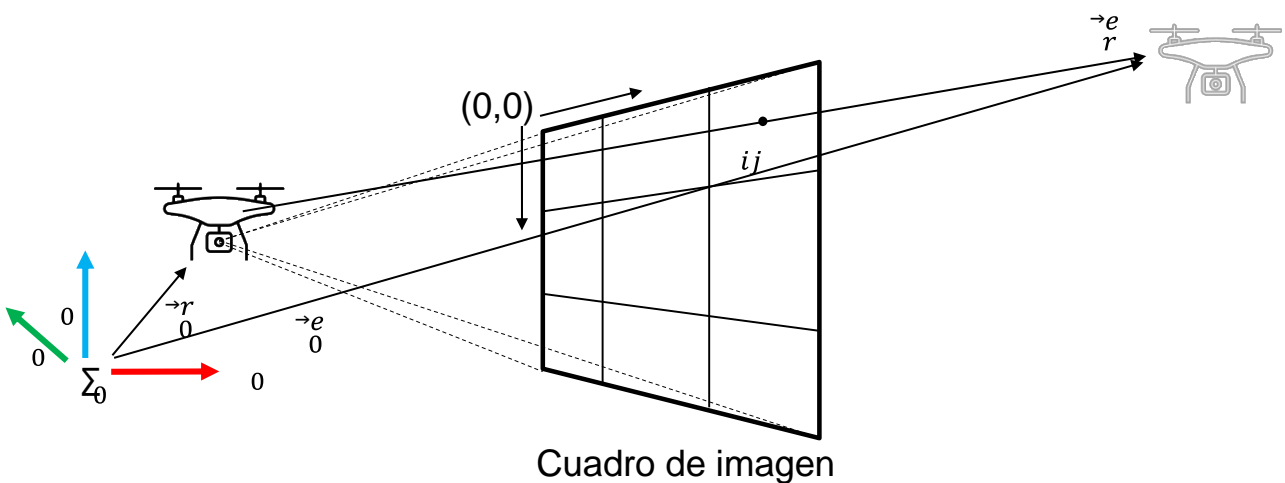


Fuente: Elaboración propia

Etapa de control

Cuando se han estimado las profundidades medias de cada submatriz, la etapa de control se encarga de determinar si alguna de las profundidades medias se encuentra dentro de los límites de seguridad. En caso de no existir una celda libre de obstáculos o que la profundidad media de todas las celdas se encuentre fuera de los límites de seguridad, se envía el comando de girar 45 grados en sentido horario, de modo que la metodología se repite. Sin embargo, en caso de encontrar por lo menos una celda dentro de los límites de seguridad, se identifica la celda con la distancia promedio mínima y se calcula el vector de escape (\vec{p}_r^e). El vector de escape es un vector de desplazamiento relativo entre la posición actual del robot (\vec{p}_0^r) y la dirección indicada por la ij -ésima submatriz (ver **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 5. Representación gráfica del desplazamiento relativo en función del vector de escape



Fuente: Elaboración propia

El vector de escape, al ser un vector de desplazamiento relativo a la posición actual del robot, debe transformarse a una coordenada relativa al marco inercial (Σ_0). Para esto, es necesario estimar la posición actual del robot con respecto al marco inercial (\vec{p}_0^r), el vector de escape con norma 1, y la magnitud del desplazamiento (λ), de modo que el vector de desplazamiento relativo al marco inercial se estima con la ecuación (2).

$$\vec{p}_0^e = \lambda \vec{p}_r^e + \vec{p}_0^r \quad (2)$$

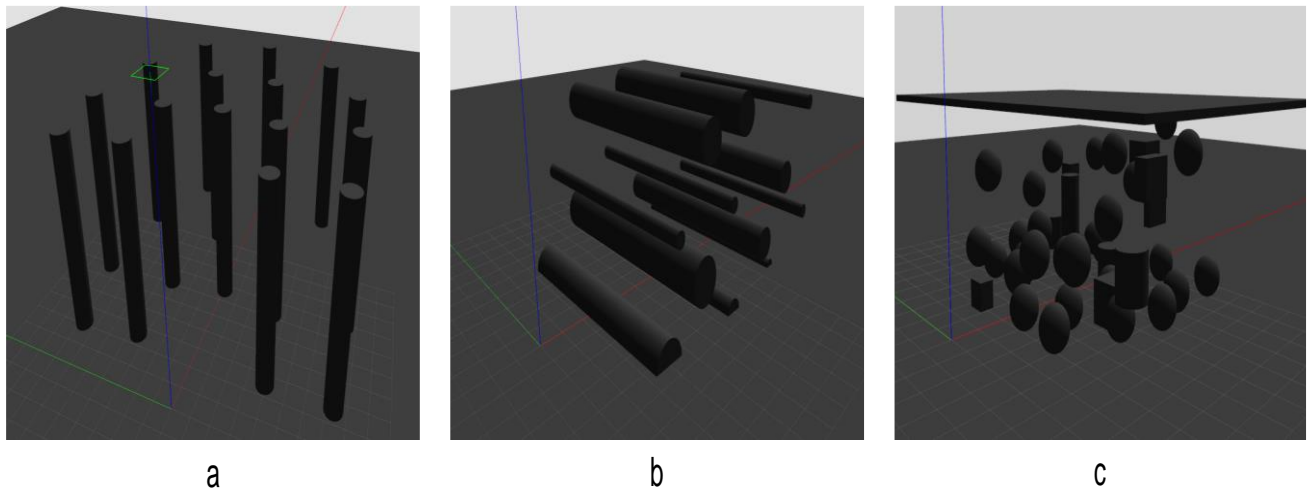
El robot continuará con la metodología siempre y cuando la distancia euclidiana (\vec{e}) entre la posición de referencia (*ref*) y la posición actual sea mayor a un umbral u . En caso contrario, se enviará un comando de giro en sentido horario de 45 grados.

Resultados

Diseño de escenarios de simulación

La metodología propuesta se validó en tres escenarios de simulación: escenario con evasión horizontal, escenario con evasión vertical, y escenario con evasión mixta o diagonal (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Los tres escenarios se diseñaron en Gazebo y contienen una superficie plana como suelo y múltiples figuras primitivas fijas distribuidas aleatoriamente como obstáculos. Además, el vector gravitacional se configuró con la gravedad terrestre, sin corrientes de aire y sin perturbaciones externas magnéticas o de fuerza. La posición inicial del VANT se puede configurar en cualquier coordenada donde la coordenada z del robot sea mayor a cero, es decir, $z_r > 0$; mientras que la posición de referencia puede ser generada por el usuario en la terminal, y puede ser determinada de forma aleatoria o de forma constante.

Figura 6. Escenarios de simulación para evasión horizontal (a), evasión vertical (b), y evasión mixta o diagonal (c) diseñados en Gazebo



Fuente: Elaboración propia

Etapa de adquisición

Las características de la cámara de profundidad utilizada se diseñaron basadas en las propiedades de la cámara Intel Realsense D435i, la cual tiene una masa de 0.26 kg. Asimismo, se configuró con una resolución de la imagen de profundidad de 672×376 píxeles y una tasa de actualización a 60 Hz (ver Tabla 2). La cámara de profundidad se posicionó sobre el cuerpo principal del VANT.

Tabla 2. Especificaciones técnicas de la cámara de profundidad utilizada

Característica	Símbolo	Especificación
Masa	m	0.26 kg
Inercia	M_{cam}	$\begin{bmatrix} 4.15 \times 10^{-6} & 0 & 0 \\ 0 & 2.41 \times 10^{-6} & 0 \\ 0 & 0 & 2.41 \times 10^{-6} \end{bmatrix}$
FOV horizontal	fov_h	80°
Resolución horizontal	w	672 px
Resolución vertical	h	376 px
Profundidad mínima detectada	d_{min}	0.10 m
Profundidad máxima detectada	d_{max}	5 m
Frecuencia de actualización	fps	60 Hz
Ruido simulado		Gaussiano con $\mu = 0, \sigma = 0.007$
Plugin de Gazebo		libgazebo_ros_openni_kinect.so

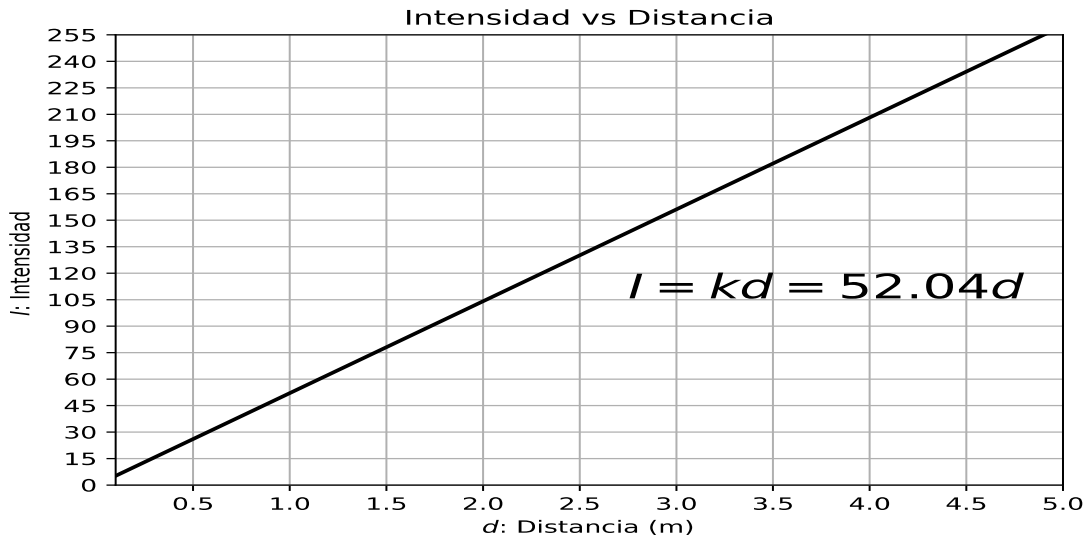
Fuente: Elaboración propia

Etapa de procesamiento

En la etapa de procesamiento, se recibe la imagen de la cámara de profundidad y se normaliza con $[d_{min} \ d_{max}] = [0.10 \ 5.0]$, de modo que cuando la intensidad del pixel es 0, la distancia de profundidad estimada es 0.10 metros, y cuando es 255 la distancia de profundidad estimada es

mayor a 5 metros. La función lineal de mapeo entre la intensidad del pixel se estima mediante regresión lineal y se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde $I \in \{0,255\}$ es la intensidad de pixel, $d \in \{0.1,5.0\}$ es la distancia estimada de profundidad con respecto a la cámara de profundidad, y $k \in \mathbb{R}$ es la constante de proporcionalidad entre la intensidad del pixel y la profundidad estimada.

Figura 7. Función de relación que mapea la intensidad del pixel en función de la distancia estimada por la cámara de profundidad

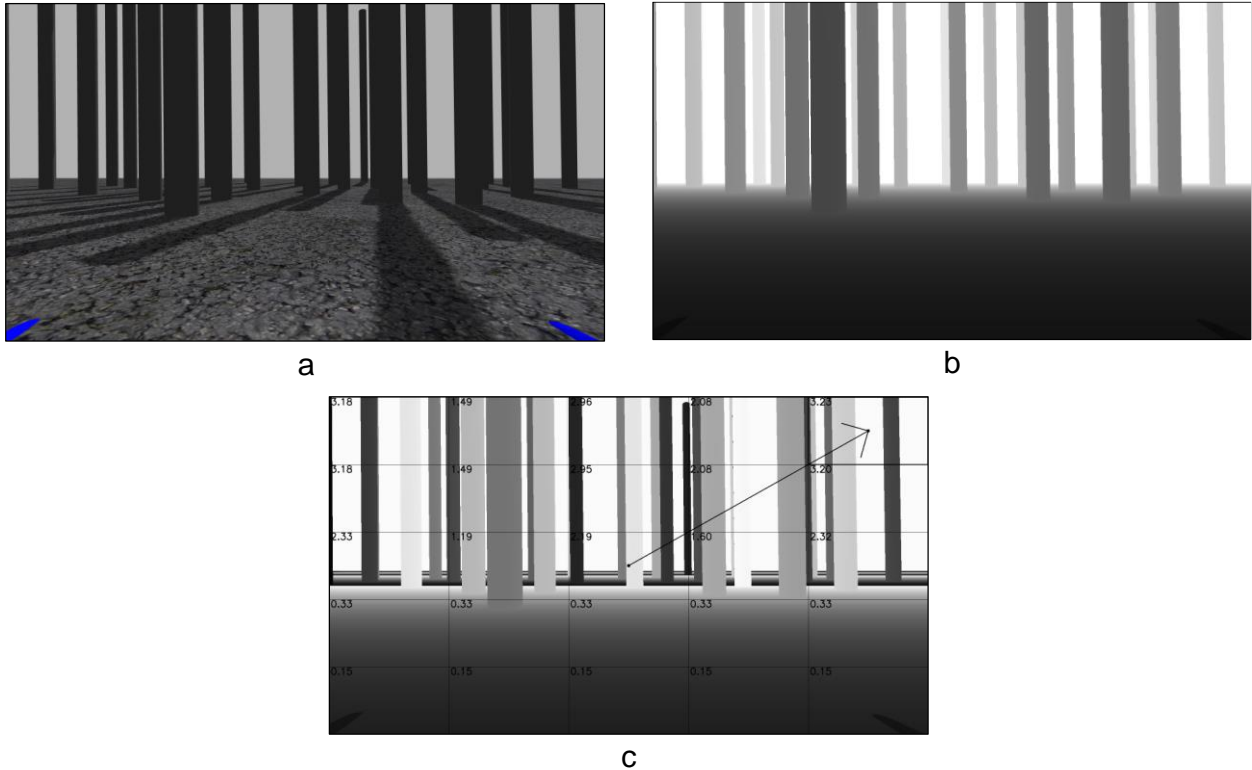


Fuente: Elaboración propia

Además, en la etapa de procesamiento, cada nuevo cuadro de imagen se discretiza en una matriz de 5×5 . Una vez discretizada la imagen en 25 celdas de dimensión 134×75 pixeles, se obtiene el promedio de las intensidades de los pixeles y se almacena en un arreglo (\vec{d}) , donde se relaciona con la ij -ésima posición de la correspondiente celda. Con el arreglo de intensidades promedio, se extrae la ij -ésima posición de la celda que contiene el promedio más alto, que corresponde con la distancia estimada promedio mayor, de modo que la celda de escape A_e se determina mediante la función $argmax(\vec{d})$.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra un ejemplo de la etapa de procesamiento aplicada al escenario de evasión horizontal, donde a) es la imagen de entrada capturada por la cámara en formato RGB, b) es la imagen de profundidad capturada por la cámara de profundidad en donde cada valor de intensidad (0-255) corresponde con un valor de profundidad en un rango (0.10 m - 5.0 m), y c) es la imagen procesada en donde se identifican las celdas posibles de desplazamiento, la profundidad promedio de cada celda y el vector de escape.

Figura 8. Ejemplo de la etapa de procesamiento donde a) es la imagen en RGB capturada por la cámara, b) es la imagen de profundidad capturada por la cámara, donde cada valor de intensidad corresponde con una profundidad, y c) es la imagen de salida en donde se identifican las celdas posibles de desplazamiento, la profundidad promedio de la celda y una flecha indicando el vector de escape.



Fuente: Elaboración propia

Etapa de control

En la etapa de control, el VANT recibe una posición de referencia a la que se desea que llegue, y durante el desplazamiento del VANT, la cámara de profundidad estima la distancia relativa de los obstáculos; en el caso de que exista una posible colisión, la etapa de control recibe la celda de escape y convierte la ij -ésima posición de la celda a coordenadas relativas al VANT. Después, se convierten las coordenadas relativas a coordenadas locales, y se envía al controlador de vuelo para que el VANT se desplace. En caso de que el VANT se encuentre sobre la referencia, el VANT aterriza; en el caso en que no se identifique una celda sin colisión, el VANT recibirá el comando de giro de 45 grados en sentido horario y continuará con la metodología. El esquema de control es controlado por una máquina de estados, descrita en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

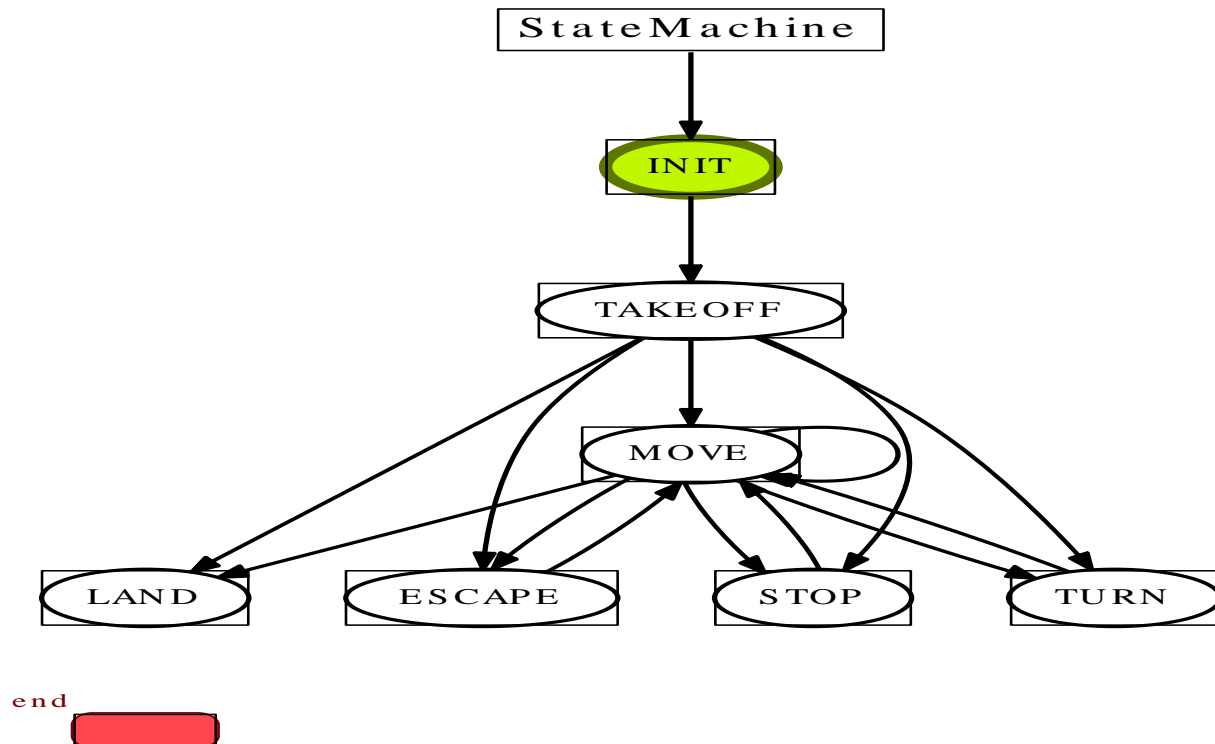
En la máquina de estados propuesta se diseñaron siete estados: INIT, TAKEOFF, MOVE, LAND, ESCAPE, STOP, y TURN, descritos a continuación, donde las flechas describen el siguiente estado posible en función de razón de transición entre estados (ver

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3).

- INIT: Estado de inicialización, en donde el VANT calibra su orientación y arma los motores.
- TAKEOFF: Estado de despegue, en donde el VANT despegga del suelo una distancia establecida previamente.
- MOVE: Estado de movimiento, en donde el VANT se dirige hacia la coordenada de referencia.
- LAND: Estado de aterrizaje, en donde el VANT se detiene y comienza el aterrizaje y el desarmado de motores.
- ESCAPE: Estado de escape, en donde el VANT ejecuta el comando de desplazamiento en dirección del vector de escape.
- STOP: Estado de alto, en donde el VANT se detiene en la coordenada actual.
- TURN: Estado de giro, en donde el VANT ejecuta el comando de giro de 45 grados en sentido horario.

Figura 9. Máquina de estados propuesta para controlar el sistema de control del VANT



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Descripción de la razón de transición entre estados

Estado inicial	Estados posibles	Razón
INIT	TAKEOFF	El VANT no se encuentra en movimiento y los motores se armaron de forma exitosa
TAKEOFF	LAND	El VANT no detectó desplazamientos posibles
	MOVE	El VANT no detectó obstáculos al frente en dirección de la referencia
	TURN	El VANT no detectó desplazamientos posibles al frente
MOVE	LAND	El VANT no detectó desplazamientos posibles
	ESCAPE	El VANT detectó por lo menos un desplazamiento posible al frente
	STOP	El VANT no recibió información de la cámara de profundidad
	TURN	El VANT no detectó desplazamientos posibles al frente
LAND	END	El VANT aterrizó de forma exitosa y se desarmaron los motores
ESCAPE	MOVE	El VANT no detectó obstáculos al frente en dirección de la referencia
STOP	MOVE	El VANT recibió información de la cámara de profundidad
TURN	MOVE	El VANT giró de forma exitosa 45 grados en sentido horario

Fuente: Elaboración propia

La metodología propuesta se validó mediante 5 experimentos en cada uno de los escenarios, donde se varió la posición de referencia (ver

Tabla 4). Los resultados del desempeño del VANT aplicando la metodología propuesta se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en donde se observa que, en cada uno de los experimentos, la norma euclidiana del error de posición converge en cero, lo que implica que el VANT llegó a la posición de referencia. Además, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las trayectorias generadas por el VANT en cada experimento de cada escenario de evasión. La norma euclidiana se calculó con la ecuación (3):

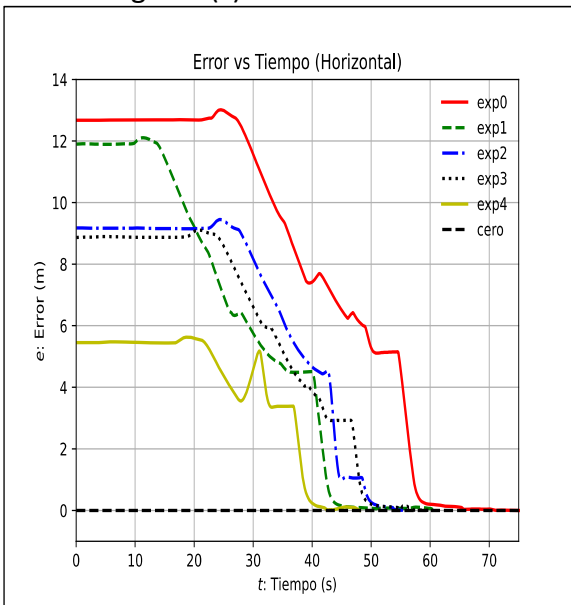
$$|e(t)| = \left(\sqrt{(x_{ref} - x(t))^2 + (y_{ref} - y(t))^2 + (z_{ref} - z(t))^2} \right) \quad (3)$$

Tabla 4. Tabla de referencias de posición para experimentación

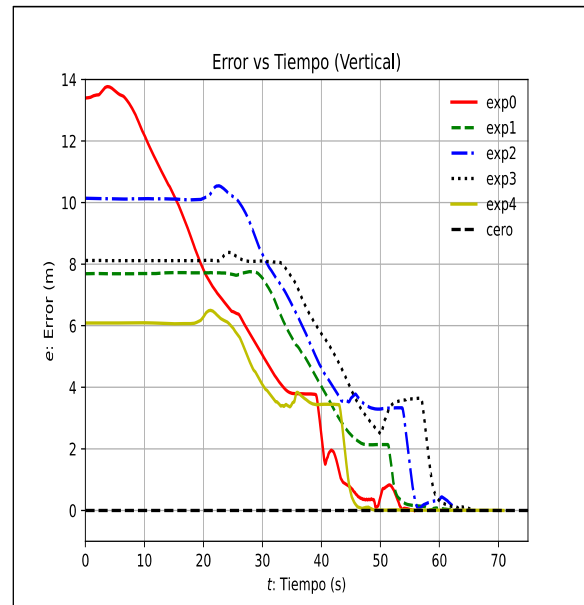
Tipo de Evasión	# Experimento	$x_{ref} (m)$	$y_{ref} (m)$
Horizontal	1	13	0
	2	12	2
	3	8	5
	4	9	-2
	5	5	-3
Vertical	1	8	0
	2	10	0
	3	8	-2
	4	6	-1
Diagonal	1	13	0
	2	12	2
	3	7	-2
	4	4	2
	5	6	2

Fuente: Elaboración propia

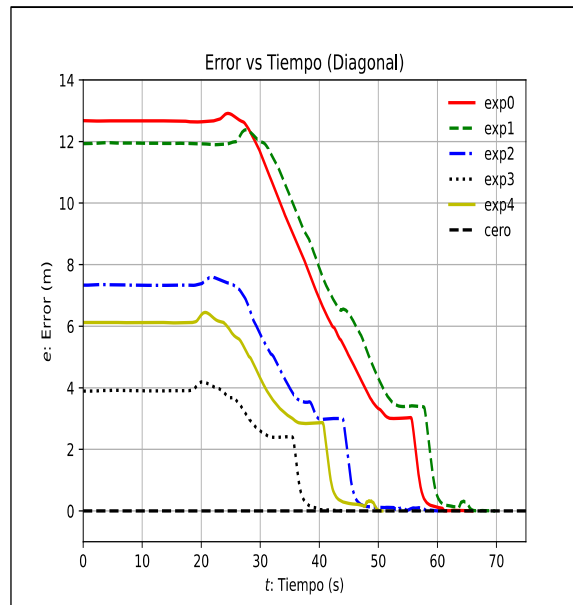
Figura 10. Norma euclidiana del error de posición entre la posición de referencia y la posición del VANT durante 5 experimentos en el escenario de evasión horizontal (a), evasión vertical (b) y evasión diagonal (c)



a



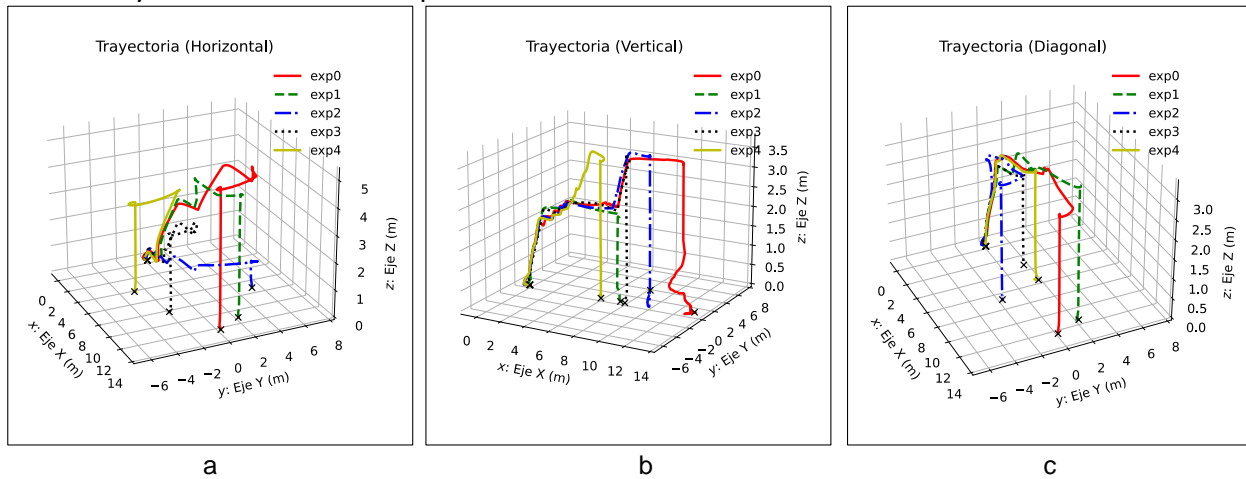
b



c

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Trayectorias definidas por el VANT en los escenarios de evasión horizontal (a), vertical (b) y mixta (c), en donde cada línea corresponde con un experimento con posición de referencia diferente y las cruces indican el punto de referencia



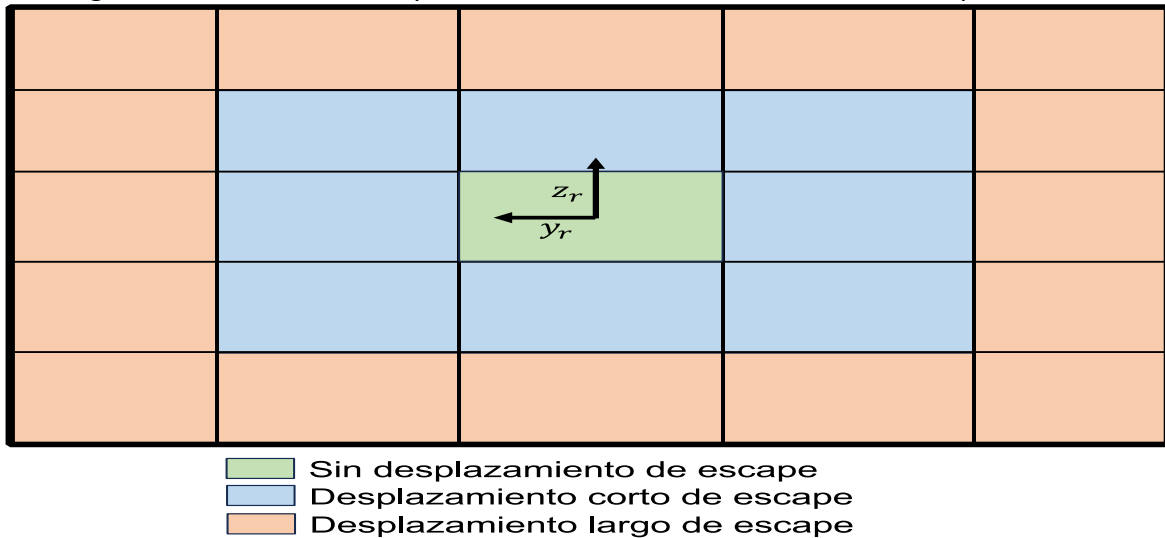
Fuente: Elaboración propia

Discusión de resultados

En la etapa de adquisición se diseñó el modelo virtual de la cámara RGB-D basada en las características de la cámara Intel Realsense D435i. Al incluir los parámetros intrínsecos, la imagen adquirida por la cámara virtual y la cámara real corresponden en términos de la distorsión que experimenta una imagen en función de la curvatura del lente, lo que permite disminuir la brecha entre el modelo físico y el modelo virtual, y validar la metodología con imágenes sintéticas, generadas desde un simulador.

Por otro lado, en la etapa de procesamiento se describe la función que mapea el valor de la intensidad de cada pixel a una distancia de profundidad relativa con respecto al marco de la cámara, limitada en un rango de 0.10 metros a 5.0 metros. El límite superior se estableció de forma arbitraria para evitar procesar obstáculos que se encuentran relativamente alejados del VANT, mientras que el límite inferior se estableció en función de las dimensiones físicas del VANT y la posición de la cámara. Además, se decidió dividir la imagen en un arreglo de 5×5 submatrices de forma experimental, de modo que los desplazamientos relativos pudieran entenderse como desplazamiento corto de escape, desplazamiento largo de escape y sin desplazamiento de escape (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 12. Distancia de desplazamiento en función del vector de escape identificado



Fuente: Elaboración propia

Por último, con respecto a los resultados mostrados de la etapa de control, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa que, durante la primera parte de la experimentación (correspondiente a la etapa de despegue), la norma del error se mantiene constante. En la etapa del despegue, el VANT mantiene las coordenadas iniciales en el eje x y en el eje y , variando la altura en el eje z . Después, el VANT tiende a moverse en dirección de la posición de referencia hasta que detecta un obstáculo. Cuando detecta el obstáculo, el VANT debe efectuar una maniobra de escape o evasión, que corresponde con un desplazamiento relativo en dirección de alguna celda libre (o con mayor espacio libre de obstáculos). Cuando el VANT converge en la posición de referencia en x y y , el VANT entra en un estado de aterrizaje, en donde conserva las coordenadas en x y y , y varía su altura en el eje z , hasta que el controlador de vuelo detecta un estado de aterrizado, por medio de distintos sensores como GPS, IMU, altímetro y barómetro. Entonces, el VANT se desarma (apaga los motores) y termina el experimento.

Conclusiones

La metodología propuesta permite disminuir la cantidad de componentes necesarios para que un VANT navegue de forma segura en un ambiente no estructurado evadiendo obstáculos. La disminución en el número de componentes se relaciona con una potencial reducción de la masa que el VANT debe desplazar y, en consecuencia, una disminución en los efectos inerciales, una mayor duración en la autonomía antes de recargar las baterías, y un mayor empuje de la combinación motor-hélice.

Sin embargo, durante la fase experimental, se observó una limitación en el ángulo de detección de obstáculos relacionada con el campo de visión de la cámara, que impedía al VANT detectar obstáculos durante la fase de despegue y aterrizaje. Por lo tanto, se requiere realizar un análisis para identificar posibles alternativas o modificaciones a la estructura del VANT que permita la detección de los obstáculos en los puntos visualmente inalcanzables.

Además, se requiere analizar el desempeño de la metodología propuesta en un escenario con componentes reales, pues esto permitirá determinar el consumo eléctrico de cada componente en el VANT y realizar un análisis para identificar oportunidades de modificación en la estructura y arquitectura del VANT.

Futuras líneas de investigación

Las líneas de investigación identificadas en esta investigación se enlistan a continuación de forma enunciativa, mas no limitativa.

- Diseño de la aviónica para navegación autónoma en VANT.
- Evasión de obstáculos para robots móviles.
- Planificación de trayectorias libres de colisión.
- Navegación autónoma en ambientes subterráneos.

Agradecimientos

Special thanks to Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT for the support given to Francesco José García Luna through the Beca Conacyt para estudios de posgrado 2022 Program, for his participation in this paper.

Un agradecimiento especial al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONACYT por el apoyo brindado a Francesco José García Luna a través del Beca Conacyt para estudios de posgrado 2022, para la participación en este artículo.

Referencias

- Alajami, A. A., Moreno, G. and Pous, R. (2022). A ROS Gazebo Plugin Design to Simulate RFID Systems. *IEEE Access*, 10, 93921–93932. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3204122>
- Aldao, E., González-deSantos, L. M., Michinel, H. and González-Jorge, H. (2022). UAV Obstacle Avoidance Algorithm to Navigate in Dynamic Building Environments. *Drones*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/drones6010016>
- Balestrieri, E., Daponte, P., De Vito, L., Picariello, F. and Tudosa, I. (2021). Sensors and Measurements for UAV Safety: An Overview. *Sensors*, 21(24), 8253. <https://doi.org/10.3390/s21248253>
- Barrera, N. (ed.). (2021). *Unmanned aerial vehicles*. Nova Science Publishers.
- Guan, W., Chen, S., Wen, S., Tan, Z., Song, H. and Hou, W. (2020). High-Accuracy Robot Indoor Localization Scheme Based on Robot Operating System Using Visible Light Positioning. *IEEE Photonics Journal*, 12(2), 1–16. <https://doi.org/10.1109/JPHOT.2020.2981485>
- Jayaweera, H. M. and Hanoun, S. (2020). A Dynamic Artificial Potential Field (D-APF) UAV Path Planning Technique for Following Ground Moving Targets. *IEEE Access*, 8, 192760–192776. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3032929>
- Khan, M. T. R., Muhammad Saad, M., Ru, Y., Seo, J. and Kim, D. (2021). Aspects of unmanned aerial vehicles path planning: Overview and applications. *International Journal of Communication Systems*, 34(10). <https://doi.org/10.1002/dac.4827>
- Kong, F., Liu, X., Tang, B., Lin, J., Ren, Y., Cai, Y., Zhu, F., Chen, N. and Zhang, F. (2023). MARSIM: A Light-Weight Point-Realistic Simulator for LiDAR-Based UAVs. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 8(5), 2954–2961. <https://doi.org/10.1109/LRA.2023.3264163>
- Krizmancic, M., Arbanas, B., Petrovic, T., Petric, F. and Bogdan, S. (2020). Cooperative Aerial-Ground Multi-Robot System for Automated Construction Tasks. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 5(2), 798–805. <https://doi.org/10.1109/LRA.2020.2965855>
- Li, W. and Xiong, R. (2019). Dynamical Obstacle Avoidance of Task-Constrained Mobile Manipulation Using Model Predictive Control. *IEEE Access*, 7, 88301–88311. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2925428>
- Liu, X., Ge, S. S. and Goh, C.-H. (2019). Vision-Based Leader-Follower Formation Control of Multiagents with Visibility Constraints. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 27(3), 1326–1333. <https://doi.org/10.1109/TCST.2018.2790966>
- Palomeras, N., Hurtos, N., Carreras, M. and Ridao, P. (2018). Autonomous Mapping of Underwater 3-D Structures: From View Planning To Execution. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 3(3), 1965–1971. <https://doi.org/10.1109/LRA.2018.2808364>
- Sultan, L., Anjum, M., Rehman, M., Murawwat, S. and Kosar, H. (2021). Communication Among Heterogeneous Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): Classification, Trends, and Analysis. *IEEE Access*, 9, 118815–118836. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3107479>
- Ugalde Pereira, F., Medeiros De Assis Brasil, P., De Souza Leite Cuadros, M. A., Cukla, A. R., Drews Junior, P. and Tello Gamarra, D. F. (2022). Analysis of Local Trajectory Planners for Mobile Robot with Robot Operating System. *IEEE Latin America Transactions*, 20(1), 92–99. <https://doi.org/10.1109/TLA.2022.9662177>
- Zubair, A. K. (2019). *Obstacle Avoidance Methods in UAVs*. Instituto Superior de Engenharia de Porto.

Tabla 5. Rol de contribución por autor

Rol de contribución	Autor(es)
Conceptualización	Francesco José García Luna (principal), Manuel Nandayapa (igual).
Metodología	Francesco José García Luna (principal).
Software	Francesco José García Luna (principal), Jesús Yair Lara Reyes (igual)
Validación	Francesco José García Luna (principal), Manuel Nandayapa (igual).
Análisis Formal	Francesco José García Luna (principal), Manuel Nandayapa (igual).
Investigación	Francesco José García Luna (principal), Jesús Yair Lara Reyes (que apoya).
Recursos	Jesús Yair Lara Reyes (principal).
Curación de datos	Jesús Yair Lara Reyes (principal), Francesco José García Luna (que apoya).
Escritura - Preparación del borrador original	Francesco José García Luna (principal), Jesús Yair Lara Reyes (igual).
Escritura - Revisión y edición	Francesco José García Luna (principal), Manuel Nandayapa (igual).
Visualización	Francesco José García Luna (principal), Manuel Nandayapa (igual).
Supervisión	Francesco José García Luna (principal).
Administración de Proyectos	Francesco José García Luna (Principal).
Adquisición de fondos	Jesús Yair Lara Reyes (principal) Francesco José García Luna (apoyo).

Políticas públicas ambientales del siglo XXI

Environmental Public Policies of the 21st Century

María Luisa López Roa

Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui

Maria.Lr@vyaqui.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4104-4873>

Rigoberto Reyes Valenzuela

Tecnológico Nacional de México campus Mexicali

rigobertoreyes@mexicali.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8570-8563>

Iván Guadalupe Polanco Valenzuela

Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui

ipolanco@itvy.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0002-1016-591X>

Resumen

Este artículo analiza las políticas públicas ambientales en el contexto de los desafíos medioambientales del siglo XXI. En tal sentido, se destaca la interconexión entre fenómenos como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la gestión sostenible de recursos naturales, lo que subraya la importancia de enfoques multidisciplinarios para abordarlos de manera efectiva. La cooperación global se presenta como un requisito fundamental para enfrentar problemas medioambientales que trascienden las fronteras nacionales, ejemplificada en eventos internacionales como el Acuerdo de París. La evaluación del impacto de las políticas públicas ambientales debe ser integral para abarcar aspectos ambientales, económicos y sociales, con énfasis en la participación de las partes interesadas. La equidad y la justicia climática son elementos esenciales por considerar en la formulación de políticas ambientales. Además, la educación y la comunicación desempeñan un papel crucial en la concienciación pública y la movilización en torno a los problemas medioambientales. Se destaca la importancia de encontrar un equilibrio adecuado entre los aspectos económicos y ambientales a través del fomento de una economía sostenible y prácticas comerciales responsables. En conjunto, se vislumbra la necesidad de un enfoque completo y colaborativo para abordar los desafíos medioambientales y asegurar un futuro sostenible para las generaciones futuras.

Palabras clave: políticas públicas, medio ambiente, sostenibilidad, innovación tecnológica, gobernanza ambiental.

Abstract

This article analyzes environmental public policies in the context of 21st-century environmental challenges. The interconnectedness of these challenges, such as climate change, biodiversity loss, and sustainable resource management, underscores the importance of multidisciplinary approaches to effectively address them. Global cooperation is presented as a fundamental requirement to tackle environmental problems that transcend national borders, exemplified by international agreements like the Paris Agreement. The impact assessment of environmental public policies should be comprehensive, encompassing environmental, economic, and social aspects, with a focus on stakeholder participation. Equity and climate justice are essential considerations in environmental policy formulation. Education and communication play a crucial role in public awareness and mobilization about environmental issues. Striking a proper balance between economic and environmental aspects is emphasized, promoting a sustainable economy and responsible business practices. Collectively, these conclusions point to the need for a comprehensive and collaborative approach to address environmental challenges and ensure a sustainable future for generations to come.

Keywords: Public policies, Environment, Sustainability, Technological innovation, Environmental governance.

Introducción

En el contexto de la creciente preocupación global por los desafíos ambientales y la necesidad de normativas efectivas, este estudio se propone abordar el análisis y la evaluación de las políticas públicas ambientales con un enfoque multidisciplinario y exhaustivo. La crisis climática, la pérdida de biodiversidad, la degradación de ecosistemas, así como otros problemas ambientales representan desafíos apremiantes que demandan una acción decidida a nivel internacional, nacional y local. Por eso, el objetivo general de este trabajo es examinar y evaluar las políticas públicas ambientales para identificar su efectividad, coherencia y posibles áreas de mejora.

El estudio tiene como objetivos específicos realizar un análisis conceptual detallado de las políticas públicas ambientales, lo que implica una exploración profunda de los conceptos clave relacionados con estas políticas, así como su alcance y sus objetivos. Además, busca contextualizar el marco de las políticas públicas ambientales del siglo XXI a nivel internacional e indagar en la evolución de las políticas ambientales, desde la Conferencia de Estocolmo hasta las iniciativas más recientes, como el Acuerdo de París y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). También se propone analizar la relación entre los ODS y el cambio climático para determinar cómo estos objetivos están vinculados con la lucha contra el cambio climático y cómo se reflejan en las políticas públicas a nivel global.

En concreto, el estudio se enfocará en explorar los desafíos medioambientales del siglo XXI, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas, y analizará cómo estos desafíos influyen en la formulación de políticas. Además, se llevará a cabo una investigación exhaustiva sobre la evolución de la legislación y las políticas públicas relacionadas con el medio ambiente a nivel internacional y nacional, destacando los hitos más importantes y los cambios significativos en la legislación. Por último, se evaluará el diseño e implementación de

políticas públicas de cambio climático a nivel internacional y en el contexto específico de México, para lo cual se considerarán aspectos como los compromisos de reducción de emisiones, las estrategias de mitigación y adaptación, y la participación de múltiples actores. Estos objetivos específicos proporcionarán una estructura sólida para el estudio y permitirán una investigación detallada y un análisis exhaustivo de las políticas públicas ambientales en el siglo XXI.

El fundamento de este estudio se halla en la creciente necesidad de comprender y abordar los problemas ambientales de manera integral y con base en la evidencia científica. La crisis ambiental actual exige la implementación de políticas que promuevan la sostenibilidad, la conservación de recursos naturales y la mitigación del cambio climático. Este estudio, por tanto, se sustenta en la premisa de que la revisión crítica y la evaluación de las políticas existentes son fundamentales para avanzar hacia un desarrollo sostenible y un mejor manejo de los recursos naturales.

La metodología empleada en este trabajo se apoya en el enfoque cualitativo, pues se efectuó un análisis exhaustivo de documentos legislativos y políticos a nivel internacional y nacional, así como la revisión de informes de organizaciones internacionales. Asimismo, se aplicaron indicadores ambientales y herramientas de análisis de políticas para evaluar el impacto de las políticas públicas. Aunado a esto, se empleó un enfoque comparativo para identificar mejores prácticas y lecciones aprendidas a nivel global.

El estado de la cuestión actual revela la urgencia de abordar los desafíos ambientales y la necesidad de políticas públicas efectivas, por lo que el presente trabajo se enmarca en este contexto para contribuir al entendimiento y mejora de las políticas ambientales. La estructura de este artículo consta de una sección de desarrollo que incluye la metodología, los resultados y su discusión, seguidos de las conclusiones y las referencias bibliográficas pertinentes. Esta organización permite una presentación clara y coherente de los hallazgos y contribuciones en el campo de las políticas públicas ambientales.

Antecedentes

Contextualización del marco histórico internacional de las políticas públicas ambientales del siglo XXI

El siglo XXI ha sido testigo de una transformación significativa en el campo de las políticas públicas ambientales a nivel internacional influida por una serie de eventos y desarrollos cruciales. Como destacó Kates (2001), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, marcó un punto de partida histórico al reconocer la necesidad imperiosa de la cooperación global en asuntos medioambientales. Esta conferencia sentó las bases para futuros acuerdos y políticas ambientales a nivel mundial. La Cumbre de Estocolmo llevó a la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), una agencia de la ONU destinada a coordinar las iniciativas internacionales relacionadas con el medio ambiente.

Un hito posterior de gran relevancia fue la creación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en 1988, que proporcionó evidencia científica crucial sobre el cambio climático y desempeñó un papel vital en la formulación de tratados como el Protocolo de Kioto. Este, como lo destaca Gupta (2007), estableció compromisos legalmente vinculantes para que los países

industrializados redujeran sus emisiones de gases de efecto invernadero, lo que constituyó un paso esencial para la promoción de la acción climática a nivel internacional.

Posteriormente, el Acuerdo de París de 2015, representó un consenso global sin precedentes en la necesidad de abordar el cambio climático. Este acuerdo fijó objetivos ambiciosos para limitar el calentamiento global y promovió un enfoque más inclusivo alentando la participación de países en desarrollo y actores no estatales en la mitigación y adaptación al cambio climático (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015).

Además, la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible por parte de las Naciones Unidas en 2015 representó una transformación significativa en la percepción de la sostenibilidad ambiental. Según Ostrom (2009), esta agenda incluye 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que abordan temas que van desde la erradicación de la pobreza y el hambre hasta la acción climática, con lo cual se reconoce que estos problemas están interconectados. Esto ha impulsado la integración de consideraciones ambientales en una variedad de políticas públicas a nivel nacional e internacional (United Nations, 2015).

A estas iniciativas institucionales se debe sumar el respaldo científico, el cual se ha constituido en un pilar sólido para la formulación de políticas públicas ambientales. Por ejemplo, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), como señalan Rockström *et al.* (2009), ha proporcionado evidencia científica robusta sobre los impactos del cambio climático, lo cual ha ayudado en gran medida a la concienciación pública y ha ejercido presión sobre los gobiernos para tomar medidas más significativas.

Asimismo, el activismo ambiental y los movimientos de base han desempeñado un papel trascendental en la promoción de la acción ambiental. Movimientos notables incluyen el liderado por Greta Thunberg, que ha inspirado a jóvenes de todo el mundo a exigir acciones más contundentes para abordar el cambio climático. Además, la Campaña de Desinversiones Fósiles ha ejercido presión sobre instituciones financieras para retirar sus inversiones en combustibles fósiles, lo que demuestra la influencia de la sociedad civil y del sector privado en la política ambiental (Hoffmann, 2011; Wapner, 1996).

En conjunto, estos desarrollos históricos han sentado las bases para las políticas públicas ambientales del siglo XXI, las cuales han resaltado la importancia de la cooperación global, la base científica y la participación de la sociedad civil y el sector privado en la búsqueda de soluciones a los desafíos ambientales globales. Por ende, las políticas públicas se han convertido en una respuesta integrada y multidimensional a las preocupaciones medioambientales, pues han abarcado no solo la lucha contra el cambio climático, sino también la promoción de la sostenibilidad en todas las dimensiones del desarrollo.

Estas políticas han evolucionado a través de la cooperación internacional y la conciencia de que la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible están inextricablemente ligados. Las lecciones extraídas de estas experiencias históricas son esenciales para guiar la toma de decisiones políticas en el siglo XXI y para enfrentar los desafíos ambientales globales de manera efectiva.

Contextualización del marco histórico en México de las políticas públicas ambientales del siglo XXI

México, al igual que muchos otros países, ha experimentado una notable evolución en sus políticas públicas ambientales y en sus respuestas al cambio climático. Por ejemplo, a mediados del siglo XX, el país enfrentó desafíos ambientales significativos debido a la industrialización y el rápido crecimiento de la población. En 1972, México fue anfitrión de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo, evento que sentó las bases para la concienciación sobre la importancia de las políticas ambientales a nivel internacional.

La creación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en 1994 representó un paso crucial en la consolidación de las políticas ambientales. Además, México ha participado activamente en acuerdos internacionales como el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, donde se ha comprometido a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y a desarrollar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015).

La preservación de la biodiversidad ha sido otro punto focal en la política ambiental mexicana, pues el país es hogar de una gran diversidad de ecosistemas y especies, lo que ha llevado a la creación de áreas protegidas y programas de conservación (González-Abraham, 2010). Además, México ha sido pionero en el desarrollo de esquemas de pago por servicios ambientales que incentivan la conservación de bosques y la restauración ecológica (Farley y Costanza, 2010).

La sociedad civil y los movimientos ambientales también han desempeñado un papel importante en la promoción de políticas públicas ambientales en México. Organizaciones como Pronatura y Greenpeace han abogado por la protección del medio ambiente y la reducción de la contaminación (Brickman, 2016). La participación de la sociedad ha influido en la toma de decisiones y en la implementación de políticas ambientales más sólidas (Levy y Newell, 2005).

Asimismo, se ha experimentado una evolución significativa en sus políticas públicas ambientales a lo largo del siglo XX y en lo que va del siglo XXI. El país ha transitado desde la concienciación inicial sobre los problemas ambientales hasta la creación de estructuras institucionales dedicadas a la gestión del medio ambiente. La participación en acuerdos internacionales y la promoción de la conservación de la biodiversidad son aspectos destacados de las políticas ambientales en México, lo cual ha sido impulsado por la sociedad civil y los movimientos ambientales. Estas políticas son esenciales en un país con una rica diversidad biológica y una creciente concienciación sobre los desafíos del cambio climático y la sostenibilidad.

Metodología

La metodología utilizada para analizar las políticas públicas ambientales ha sido rigurosa y multidisciplinaria. En concreto, se ha basado en una combinación de fuentes y recursos que incluyen, en primer lugar, documentos legislativos y políticos a nivel internacional y nacional, como tratados, leyes, decretos y acuerdos ambientales, los cuales proporcionan el marco legal y normativo en el que se desarrollan las políticas públicas ambientales. Además, se han utilizado informes de organizaciones internacionales como el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad

Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), que ofrecen evaluaciones científicas fundamentales para comprender los desafíos ambientales y la toma de decisiones.

En cuanto a los enfoques analíticos, se han empleado tanto el análisis cualitativo como el cuantitativo. El primero se ha centrado en la revisión documental y el examen crítico de políticas para identificar objetivos, instrumentos, actores clave y barreras. El análisis cuantitativo, en cambio, ha involucrado el uso de indicadores ambientales y datos estadísticos para evaluar el impacto de las políticas públicas.

Por otra parte, la metodología ha incluido un enfoque comparativo para evaluar políticas y resultados en diferentes regiones y países, lo que ha permitido precisar mejores prácticas y lecciones aprendidas.

Igualmente, se ha dado importancia a la revisión crítica y al análisis de la efectividad de las políticas públicas existentes para examinar su coherencia, eficiencia, eficacia y equidad. En otras palabras, la metodología ha sido flexible y adaptable, pues se ha permitido la incorporación de nuevos datos y enfoques a medida que se ha avanzado.

Para llevar a cabo este análisis, se han seguido los siguientes pasos: en primer lugar, se realizó una revisión sistemática de la literatura académica, que incluyó la búsqueda de documentos, artículos y estudios relevantes relacionados con políticas públicas ambientales, cambio climático, biodiversidad y otros temas medioambientales. Para eso, se utilizaron bases de datos académicas reconocidas de modo que se asegurara la inclusión de investigaciones actualizadas y de alta calidad.

Además, se efectuó una revisión exhaustiva de documentos legislativos y políticos a nivel internacional y nacional, lo que involucró la consulta de leyes, tratados, acuerdos y políticas públicas relacionados con el medio ambiente. Para garantizar la confiabilidad y actualidad de estos documentos, se recurrió a fuentes oficiales, como los sitios web de organismos gubernamentales y organizaciones internacionales.

El enfoque comparativo se incorporó como una parte integral de la metodología, lo que permitió identificar mejores prácticas y lecciones aprendidas a nivel global en el campo de las políticas públicas ambientales. Específicamente, se llevaron a cabo comparaciones entre diferentes países y regiones, así como entre diversas políticas y enfoques implementados.

Cabe destacar que se prestó especial atención a la calidad y confiabilidad de las fuentes utilizadas en este análisis, lo que garantizó que se basaran en evidencia científica sólida y fueran emitidas por instituciones reconocidas en el ámbito medioambiental. La metodología también incluyó una revisión crítica de las fuentes, lo que sirvió para evaluar su relevancia y aplicabilidad para los objetivos del estudio.

En resumen, la metodología implementada ha sido integral y rigurosa, ya que se combinaron fuentes de datos variadas y enfoques analíticos múltiples. Esto ha permitido una comprensión profunda de las políticas ambientales y su impacto, así como la identificación de desafíos y oportunidades en la búsqueda de un desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.

Resultados

Marco conceptual y normativo del cambio climático

El marco conceptual y normativo del cambio climático se basa en una serie de principios y acuerdos internacionales que establecen la base para la comprensión y la acción en relación con este fenómeno. Los elementos clave incluyen:

- 1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC):** La CMNUCC, adoptada en 1992 durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, es el tratado internacional central que establece el marco normativo para abordar el cambio climático. Su objetivo principal es “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que evite la interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático”. La CMNUCC, por tanto, fija las bases para las negociaciones posteriores sobre el cambio climático.
- 2. Protocolo de Kioto:** El Protocolo de Kioto, adoptado en 1997 como un anexo a la CMNUCC, estableció objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para los países industrializados. Aunque ha tenido un impacto limitado en la reducción de las emisiones globales, sentó las bases para los enfoques sustentados en el mercado y la cooperación internacional en la mitigación del cambio climático.
- 3. Acuerdo de París:** El Acuerdo de París, adoptado en 2015 durante la Conferencia de las Partes (COP21) de la CMNUCC, representa el acuerdo más reciente y amplio sobre cambio climático. Establece el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global muy por debajo de 2 grados Celsius, con esfuerzos para limitarlo a 1.5 grados. También promueve la adaptación, la financiación climática y la transparencia. El Acuerdo de París entró en vigor en 2016 y ha sido ampliamente ratificado por los países.
- 4. Informes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC):** El IPCC es una organización científica intergubernamental que evalúa la información científica sobre el cambio climático. Sus informes, como los Informes de Evaluación del IPCC, proporcionan una base científica sólida para la comprensión de los impactos del cambio climático y las opciones de mitigación y adaptación.
- 5. Marco conceptual del cambio climático:** El cambio climático se basa en la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, debido principalmente a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación. Estos GEI atrapan el calor del sol y aumentan la temperatura promedio de la tierra, lo que da lugar a fenómenos climáticos extremos, aumento del nivel del mar y otros impactos. El cambio climático también está vinculado con la acidificación de los océanos, la pérdida de biodiversidad y la seguridad alimentaria.
- 6. Principio de Responsabilidades Comunes pero Diferenciadas (RCBD):** Este principio, establecido en la CMNUCC, reconoce que todos los países comparten la responsabilidad de abordar el cambio climático, pero de manera diferenciada. Esto significa que los países industrializados, que históricamente han sido los principales emisores de gases de efecto invernadero, tienen una mayor responsabilidad en la mitigación y la provisión de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo.

7. **Adaptación y Mitigación:** Estos dos conceptos son fundamentales en el marco del cambio climático. La mitigación se refiere a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para limitar el calentamiento global, mientras que la adaptación se refiere a las acciones tomadas para hacer frente a los impactos inevitables del cambio climático, como el aumento del nivel del mar y eventos climáticos extremos.
8. **Financiación Climática:** El financiamiento climático se refiere a los recursos financieros destinados a apoyar proyectos y programas relacionados con la mitigación y la adaptación al cambio climático en los países en desarrollo. Esto incluye fondos públicos y privados, así como mecanismos como el Fondo Verde para el Clima.
9. **Enfoque de Género y Derechos Humanos:** El cambio climático tiene impactos desproporcionados en las comunidades más vulnerables y en las mujeres, lo que ha llevado a la inclusión de un enfoque de género en las políticas climáticas. También se reconoce que el cambio climático tiene implicaciones para los derechos humanos, como el derecho a un medio ambiente saludable y el derecho a la vida.
10. **Adaptación Basada en Ecosistemas:** Este enfoque implica el uso de los servicios y la resiliencia de los ecosistemas naturales, como los manglares y los arrecifes de coral, para abordar los desafíos de la adaptación al cambio climático.
11. **Justicia climática:** La justicia climática se refiere a la idea de que las personas y comunidades más afectadas por el cambio climático deberían recibir apoyo y reparación, y que los principales responsables de las emisiones deben asumir la responsabilidad.

El marco normativo y conceptual del cambio climático es fundamental para la acción global, pues proporciona las bases para la toma de decisiones, la formulación de políticas y la cooperación internacional en la lucha contra el cambio climático y la búsqueda de soluciones para mitigar sus impactos y adaptarse a ellos. Los acuerdos y principios establecidos en estos instrumentos internacionales son esenciales para abordar uno de los desafíos más apremiantes del siglo XXI.

Objetivos de desarrollo sostenible y su relación con el cambio climático

Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) son un conjunto de metas y objetivos globales adoptados por los Estados miembros de las Naciones Unidas en septiembre de 2015 como parte de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Estos ODS representan un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el año 2030. Los ODS se diseñaron para abordar los desafíos más apremiantes del mundo, teniendo en cuenta la interconexión de problemas económicos, sociales y ambientales.

La Agenda 2030 consta de 17 ODS y 169 metas específicas que cubren una amplia gama de temas, desde la erradicación de la pobreza y el hambre hasta la promoción de la igualdad de género, la educación de calidad, la salud y el bienestar, la acción climática y la paz y la justicia. Algunos de los ODS más relevantes en relación con el cambio climático y la sostenibilidad ambiental incluyen:

- **Objetivo 7. Energía asequible y no contaminante:** Busca garantizar el acceso universal a servicios de energía asequibles, seguros, sostenibles y modernos, al tiempo que se promueve la eficiencia energética y el uso de fuentes de energía renovable.
- **Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles:** Se centra en hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles, promoviendo la movilidad sostenible y la gestión de los recursos urbanos.

- **Objetivo 12. Producción y consumo responsables:** Aboga por un consumo y producción sostenibles, promoviendo la eficiencia en el uso de recursos, la reducción de residuos y la adopción de prácticas empresariales sostenibles.
- **Objetivo 13. Acción por el clima:** Reconoce la necesidad de tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos, incluida la mitigación y la adaptación.
- **Objetivo 14. Vida submarina:** Busca conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- **Objetivo 15. Vida de ecosistemas terrestres:** Promueve la gestión sostenible de los bosques, la lucha contra la desertificación, la detención y reversión de la degradación de la tierra y la conservación de la biodiversidad terrestre.

La relación entre los ODS y el cambio climático es evidente, ya que este último constituye un desafío transversal que afecta a múltiples aspectos del desarrollo sostenible, como la seguridad alimentaria, la salud, la igualdad de género y la erradicación de la pobreza. Los ODS reconocen que la acción climática es esencial para alcanzar otros objetivos, y viceversa. Por ejemplo, la mitigación del cambio climático (objetivo 13) está estrechamente relacionada con la producción y el consumo responsables (objetivo 12) y la energía asequible y no contaminante (objetivo 7).

La implementación de los ODS requiere la colaboración de gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y la comunidad internacional. La Agenda 2030 es un llamado a la acción global para abordar los desafíos del siglo XXI y garantizar un futuro más sostenible y equitativo para todos. Los ODS representan un marco integral que reconoce la interdependencia de los problemas globales y la necesidad de enfoques integrados para su resolución.

La relación entre la Agenda 2030 y el cambio climático es de gran relevancia en el contexto del desarrollo sostenible. La Agenda 2030, adoptada por los Estados miembros de las Naciones Unidas en 2015, establece un marco global que se compone de 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) con 169 metas específicas. Uno de estos ODS (el objetivo 13) está dedicado de manera específica a la “acción por el clima”. Su objetivo es abordar el cambio climático y sus impactos, lo que incluye la necesidad de tomar medidas urgentes para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la adaptación a los efectos del cambio climático.

En este contexto, la coherencia de políticas es un elemento crucial en la implementación de la Agenda 2030. Esto implica que las políticas climáticas y las políticas de desarrollo deben trabajar en conjunto para lograr resultados efectivos y sostenibles. La financiación climática también desempeña un papel esencial en este contexto, ya que se requiere movilizar recursos para proyectos y programas relacionados con el clima en los países en desarrollo. Además, la adaptación al cambio climático, que implica construir resiliencia en comunidades y sistemas, es fundamental para el logro de un desarrollo sostenible.

Finalmente, la Agenda 2030 y el cambio climático están intrínsecamente relacionados. La implementación efectiva de ambas agendas exige la colaboración de gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y la comunidad internacional. En pocas palabras, el cambio climático representa uno de los desafíos más significativos para el desarrollo sostenible, y su consideración es crucial para lograr los ODS y asegurar un mundo más próspero y equitativo para las generaciones presentes y futuras.

Evolución de las legislación y políticas públicas relacionadas con el medio ambiente

La historia de las políticas públicas ambientales a nivel internacional puede rastrearse hasta la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo en 1972. Este evento sentó las bases para la concienciación global sobre la necesidad de una cooperación internacional en asuntos ambientales.

Posteriormente, la creación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) en 1970 marcó un hito importante y sirvió de modelo para otras naciones en la creación de organismos encargados de la regulación ambiental (Hays, 1987). En el ámbito del cambio climático, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se estableció en 1992 durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro. Esta proporcionó un marco para las negociaciones y acuerdos posteriores, incluido el Protocolo de Kioto en 1997 y el Acuerdo de París en 2015 (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015).

El enfoque hacia la conservación de la biodiversidad se reflejó en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, también establecido en la Cumbre de la Tierra en 1992 (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 1992). Además, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, adoptada en 2015, destacó la necesidad de integrar las consideraciones ambientales en los esfuerzos globales de desarrollo (United Nations, 2015).

En el contexto mexicano

México ha avanzado en la promulgación de legislación y políticas públicas ambientales. La creación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en 1994 representó un paso importante en la consolidación de la gestión ambiental en el país.

En México, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se ha modificado para incluir disposiciones relacionadas con el medio ambiente, con lo cual se ha reconocido el derecho a un medio ambiente sano. La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Cambio Climático son ejemplos de legislación clave que abordan la protección ambiental y el cambio climático en el país.

México también ha sido activo en la promoción de acuerdos internacionales relacionados con el medio ambiente, incluyendo su participación en el Acuerdo de París y la creación del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) para apoyar la conservación de la biodiversidad. A lo largo del tiempo, la nación ha implementado programas y políticas para abordar problemas ambientales específicos, como la gestión de residuos, la conservación de áreas protegidas y la promoción de energías renovables.

La evolución de las políticas públicas relacionadas con el medio ambiente tanto a nivel internacional como en México refleja un compromiso creciente con la protección del entorno y la sostenibilidad. Los desafíos actuales y futuros implican la implementación efectiva de estas políticas y la colaboración en el ámbito global para abordar los problemas ambientales críticos que enfrenta la humanidad.

Diseño e implementación de políticas públicas de cambio climático

El diseño e implementación de políticas públicas relacionadas con el cambio climático se basa en una serie de acciones que están estrechamente vinculadas a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Las políticas climáticas se alinean con varios ODS, y las acciones se toman de la siguiente manera: en primer lugar, los países se comprometen a través de los ODS relacionados con la acción climática, en particular el objetivo 13: acción por el clima. Esto implica el desarrollo de objetivos nacionales específicos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la promoción de la adaptación al cambio climático. Estos objetivos se reflejan en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), que son los compromisos de los países en virtud del Acuerdo de París.

Además, el enfoque de los ODS en la interconexión entre los desafíos económicos, sociales y ambientales alienta a los gobiernos a abordar el cambio climático de manera integrada. Las políticas climáticas se entrelazan con otros ODS, como el objetivo 7 (energía asequible y no contaminante) y el objetivo 11 (ciudades y comunidades sostenibles), lo que promueve la adopción de fuentes de energía limpia y la planificación urbana sostenible.

El financiamiento climático, un componente crucial para la implementación de políticas climáticas, está respaldado por los ODS. Los objetivos 17 (alianzas para lograr los objetivos) y 13 (acción por el clima) instan a la movilización de recursos financieros para abordar el cambio climático, con énfasis en el apoyo a los países en desarrollo.

La participación de las partes interesadas, otro aspecto importante del diseño de políticas se promueve en los ODS a través de la participación pública y la consulta (objetivo 16: paz, justicia e Instituciones sólidas). Esto asegura que las políticas climáticas sean inclusivas y reflejen las necesidades y preocupaciones de la sociedad.

Por otro lado, el enfoque de los ODS en la justicia climática y los derechos humanos (objetivos 10: reducción de las desigualdades, y 16: paz, justicia e instituciones sólidas) destaca la importancia de abordar el cambio climático de manera equitativa y garantizar que las comunidades más vulnerables reciban apoyo y protección. Esto influye en la adopción de medidas específicas de adaptación y mitigación que aborden las desigualdades y protejan los derechos de las personas.

La legislación y regulación relacionada con el cambio climático, un componente crítico en el diseño de políticas climáticas se ve respaldada por los ODS que promueven la gobernanza efectiva y la rendición de cuentas (objetivo 16: paz, justicia e instituciones sólidas). Estos ODS subrayan la importancia de establecer marcos legales sólidos para la acción climática y garantizar la responsabilidad de los actores involucrados.

La educación y la comunicación (objetivo 4: educación de calidad, y 17: alianzas para lograr los objetivos) son fundamentales para la sensibilización pública y la movilización en torno al cambio climático. Los ODS promueven la educación sobre sostenibilidad y la comunicación efectiva de los

beneficios de la acción climática, lo que ayuda a fomentar la adhesión a las políticas y la adopción de prácticas sostenibles.

La cooperación internacional, un aspecto esencial en la lucha contra el cambio climático, se refleja en los ODS a través de la promoción de alianzas y colaboración global (objetivo 17: alianzas para lograr los objetivos). Los acuerdos internacionales y la cooperación en proyectos y programas conjuntos para abordar el cambio climático se alinean con este objetivo.

Es decir, los ODS no solo influyen en el diseño de políticas públicas relacionadas con el cambio climático al establecer objetivos específicos en el objetivo 13 (acción por el clima), sino que también proporcionan un marco integral que afecta a múltiples aspectos de la acción climática. Estos objetivos promueven la interconexión, la justicia climática, la participación pública, la legislación, la educación, la cooperación y la financiación, lo que contribuye a un enfoque más integrado y efectivo en la lucha contra el cambio climático a nivel global.

Los ODS proporcionan un marco global para la toma de decisiones y el diseño de políticas públicas relacionadas con el cambio climático. Al abordar múltiples dimensiones del desarrollo sostenible y promover la colaboración a nivel nacional e internacional, los ODS guían la acción climática y contribuyen a un enfoque más integral y efectivo para combatir el cambio climático a nivel mundial.

Desafíos medioambientales del siglo XXI en materia de políticas públicas

Los desafíos medioambientales del siglo XXI, en el contexto de las políticas públicas, constituyen un campo de preocupación crítica a nivel global. En primer plano, se encuentra el cambio climático como un desafío preeminente. La creciente acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera y los impactos asociados, como el aumento de las temperaturas, el aumento del nivel del mar y la frecuencia de eventos climáticos extremos, exigen una respuesta urgente. Por ende, la formulación de políticas para reducir las emisiones y adaptarse a los cambios climáticos se ha convertido en una prioridad fundamental en las agendas gubernamentales en todo el mundo.

La pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas representan otro desafío destacado. La acelerada extinción de especies y la transformación de hábitats naturales tienen implicaciones graves para la salud del planeta y la supervivencia de muchas especies. La conservación de la biodiversidad y la restauración de ecosistemas degradados se han vuelto imperativas para mantener la estabilidad de los servicios ecosistémicos que sustentan la vida en la tierra.

La gestión sostenible de recursos naturales, como el agua y la tierra, se ha vuelto esencial en un mundo con una población en constante crecimiento y una creciente demanda de alimentos y energía. Los desafíos de la contaminación del aire y del agua, la gestión de residuos y la protección de la calidad ambiental en entornos urbanos también requieren enfoques integrales y efectivos.

La intersección de la economía y el medio ambiente se ha vuelto un punto central en la formulación de políticas públicas. La transición hacia una economía más verde y sostenible, la internalización de costos ambientales y la promoción de prácticas comerciales responsables son desafíos que

requieren una profunda integración de consideraciones ambientales en las políticas económicas y comerciales.

Con estos argumentos se puede afirmar que los problemas ambientales en el siglo XXI trascienden las fronteras nacionales. En tal sentido, la cooperación global es esencial para abordar problemas ambientales transnacionales, como la gestión de océanos y ríos compartidos, la prevención de la contaminación transfronteriza y la promoción de la conservación de la Antártida, entre otros (Birnie *et al.*, 2018).

Los desafíos medioambientales del siglo XXI exigen un enfoque multidisciplinario, integral y basado en la ciencia en la formulación de políticas públicas. La interconexión de estos desafíos y su alcance global subrayan la necesidad de abordarlos con urgencia y de manera colaborativa para asegurar un futuro sostenible para las generaciones futuras.

Evaluación del impacto de las políticas públicas ambientales

La evaluación del impacto de las políticas públicas ambientales es un proceso esencial para determinar la eficacia y eficiencia de estas políticas en la consecución de sus objetivos en el ámbito medioambiental. Este proceso es riguroso y se basa en la recopilación, análisis y evaluación de datos e indicadores relacionados con el medio ambiente, lo cual incluye la medición de indicadores ambientales que abarcan aspectos como la calidad del aire, la calidad del agua, la biodiversidad y las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que proporciona una visión objetiva de cómo las políticas impactan en el estado del medio ambiente.

Además, la evaluación implica el seguimiento de las tendencias ambientales a lo largo del tiempo, comparando datos antes y después de la implementación de las políticas para identificar cambios significativos, como la disminución de contaminantes, la recuperación de ecosistemas degradados o la reducción de la deforestación. También se realiza una evaluación de costos y beneficios para entender los aspectos económicos asociados con las políticas, considerando la inversión inicial, los ahorros a largo plazo en costos de salud pública y la valoración de servicios ecosistémicos.

La evaluación del impacto no se limita a lo ambiental y económico, sino que también considera los efectos sociales, analizando cómo las políticas afectan a comunidades locales y grupos marginados, así como la distribución de impactos en la sociedad en general. Se evalúa el cumplimiento y la coherencia de las políticas, asegurando que se implementen de manera efectiva y se adhieran a los objetivos establecidos. Asimismo, se identifican barreras y desafíos que puedan obstaculizar la implementación y el impacto de las políticas, y se busca la participación de las partes interesadas, como la sociedad civil y las comunidades locales, para obtener perspectivas valiosas.

Además, la evaluación del impacto de las políticas públicas ambientales también se enfoca en la evaluación de cumplimiento y coherencia. Esto implica asegurarse de que las políticas se estén implementando de manera efectiva y se adhieran a las directrices y plazos establecidos. La revisión crítica de estos aspectos es fundamental para garantizar que las políticas cumplan con sus objetivos y metas.

Otro elemento clave en la evaluación del impacto es la evaluación de sinergias y conflictos, lo cual implica analizar cómo las políticas públicas ambientales se relacionan con otras políticas y metas, como los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Identificar sinergias puede fortalecer los esfuerzos en múltiples áreas y mejorar la eficacia de las políticas. Por otro lado, la identificación de conflictos entre diferentes políticas permite abordar posibles obstáculos o contradicciones.

La participación de las partes interesadas —como la sociedad civil, las comunidades locales y expertos en el campo— es un componente fundamental en el proceso de evaluación del impacto. Sus perspectivas y aportes son vitales para una evaluación completa y equitativa, ya que ofrecen una comprensión enriquecedora de cómo las políticas afectan a nivel local y global.

La evaluación del impacto de las políticas públicas ambientales es un proceso completo y multidimensional que aborda aspectos ambientales, económicos, sociales y políticos, ya que proporciona una base sólida para tomar decisiones informadas, mejorar las políticas existentes y diseñar estrategias más efectivas para abordar los desafíos medioambientales del siglo XXI. El resultado de estas evaluaciones puede guiar la toma de decisiones políticas en la dirección de un desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente a nivel global y local.

Discusión

El análisis de las políticas públicas ambientales, en el contexto de los desafíos medioambientales del siglo XXI, revela la complejidad inherente a la formulación y ejecución de estrategias efectivas para abordar estos problemas globales. La relación intrínseca entre la investigación y la teoría es fundamental para informar y guiar la toma de decisiones en esta área. Asimismo, la teoría proporciona una base sólida sobre la cual se sustentan las políticas, lo que permite una comprensión más profunda de los mecanismos que subyacen a desafíos como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

Además, se debe destacar la interconexión entre estos desafíos medioambientales, lo cual demuestra que no pueden abordarse de manera aislada. El cambio climático, por ejemplo, influye directamente en la biodiversidad y la disponibilidad de recursos naturales, lo que subraya la necesidad de estrategias que integren soluciones multidisciplinarias. Este enfoque se alinea con la idea de que los problemas medioambientales trascienden las fronteras nacionales y requieren una cooperación global, tal como se ejemplifica en acuerdos internacionales, como el Acuerdo de París.

La evaluación del impacto de las políticas públicas ambientales es un componente esencial en este proceso. Esta evaluación no se limita a la medición de indicadores ambientales, sino que abarca aspectos económicos y sociales. Identificar el cumplimiento y coherencia de las políticas es crucial, y se debe prestar especial atención a la participación de las partes interesadas, como la sociedad civil y las comunidades locales, para obtener una comprensión enriquecedora de cómo estas políticas afectan a nivel local y global.

Asimismo, la justicia climática y la reducción de desigualdades son aspectos clave que deben considerarse en la formulación de políticas para garantizar que las comunidades más vulnerables reciban apoyo adecuado. De hecho, la educación y la comunicación desempeñan un papel esencial en la concienciación pública y la movilización en torno a los problemas medioambientales.

Finalmente, se debe abordar el equilibrio entre los aspectos económicos y ambientales, y fomentar una economía sostenible y prácticas comerciales responsables.

Por otro lado, el abordaje de los desafíos medioambientales del siglo XXI requiere una perspectiva integral que se apoye en la teoría, la cooperación global, la participación pública y la adaptación continua. Este enfoque argumentativo y crítico es esencial para la formulación y evaluación de políticas públicas ambientales efectivas que respondan a los imperativos del desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente a nivel global y local.

Por lo anterior, en el análisis detallado de las políticas públicas relacionadas con el cambio climático, es evidente que existe una interacción significativa con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), que actúan como un marco integral para abordar los desafíos medioambientales. La vinculación con el objetivo 13 (acción por el clima) es un ejemplo claro de cómo la teoría y la investigación informan y guían la acción. Este objetivo establece la importancia de desarrollar propósitos nacionales específicos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático, lo que impulsa la acción en esta área.

El enfoque de los ODS en la interconexión entre los desafíos económicos, sociales y ambientales refuerza la necesidad de abordar el cambio climático de manera integrada. Los ODS —como el objetivo 7 (energía asequible y no contaminante) y el objetivo 11 (ciudades y comunidades sostenibles)— promueven la adopción de fuentes de energía limpia y la planificación urbana sostenible como elementos esenciales en la lucha contra el cambio climático.

Igualmente, el financiamiento climático se respalda a través de los ODS, específicamente en el objetivo 17 (alianzas para lograr los objetivos) y el objetivo 13 (acción por el clima). Esto subraya la necesidad de movilizar recursos financieros para abordar el cambio climático y apoyar a los países en desarrollo en sus esfuerzos por combatirlo.

La participación de las partes interesadas, en consonancia con el objetivo 16 (paz, justicia e instituciones sólidas), garantiza que las políticas climáticas sean inclusivas y reflejen las necesidades y preocupaciones de la sociedad. La voz de las comunidades locales y la sociedad civil es trascendental para dar forma a políticas efectivas.

Por otro lado, la justicia climática y los derechos humanos, temas destacados en los objetivos 10 y 16, resaltan lo significativo de abordar el cambio climático de manera equitativa para asegurar que las comunidades más vulnerables reciban apoyo y protección adecuados.

El énfasis en la legislación y regulación relacionada con el cambio climático respaldado por los ODS promueve una gobernanza efectiva y la rendición de cuentas, lo que resulta crítico en el diseño de políticas climáticas sólidas.

Finalmente, la educación y la comunicación, tal como se establece en el objetivo 4 y el objetivo 17, son fundamentales para crear conciencia pública y movilización en torno al cambio climático, lo que contribuye a fomentar la adhesión a las políticas y la adopción de prácticas sostenibles. En este sentido, los ODS proporcionan un marco global sólido para la formulación de políticas públicas

relacionadas con el cambio climático. Además, la teoría y la investigación se entrelazan con estos objetivos, lo que promueve un enfoque más integral y efectivo en la lucha contra el cambio climático a nivel mundial. La acción en este campo depende de un sólido fundamento teórico respaldado por una toma de posición crítica y basada en la evidencia, lo que garantiza políticas más efectivas en la preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Ahora bien, los desafíos medioambientales del siglo XXI también presentan una serie de cuestiones críticas para las políticas públicas. En primer lugar, el cambio climático se ha convertido en uno de los problemas más apremiantes a nivel global, pues la acumulación de gases de efecto invernadero y sus consecuencias, como el aumento de las temperaturas y los eventos climáticos extremos, demanda una respuesta urgente a través de políticas que reduzcan las emisiones y promuevan la adaptación.

Asimismo, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas son desafíos igualmente significativos, ya que la rápida extinción de especies y la transformación de hábitats naturales tienen implicaciones graves para la salud del planeta y la supervivencia de muchas especies. Esto requiere un enfoque sólido en la conservación de la biodiversidad y la restauración de ecosistemas degradados.

Igualmente, la gestión sostenible de recursos naturales, como el agua y la tierra, se vuelve esencial en un mundo con una población en constante crecimiento y una creciente demanda de alimentos y energía. La contaminación del aire y del agua, la gestión de residuos y la protección de la calidad ambiental en áreas urbanas también son desafíos que necesitan enfoques integrales y efectivos.

La intersección entre la economía y el medio ambiente se ha vuelto un punto central en la formulación de políticas públicas. En consecuencia, la transición hacia una economía más verde y sostenible, la internalización de costos ambientales y la promoción de prácticas comerciales responsables son desafíos que requieren una profunda integración de consideraciones ambientales en las políticas económicas y comerciales.

Además, es evidente que muchos de estos desafíos trascienden las fronteras nacionales y requieren cooperación global. La gestión de océanos y ríos compartidos, la prevención de la contaminación transfronteriza y la promoción de la conservación de la Antártida son ejemplos de problemas ambientales transnacionales que exigen colaboración entre naciones.

En este contexto, la formulación de políticas públicas ambientales debe ser multidisciplinaria y basada en la ciencia, ya que estos desafíos son intrincados y globales. En pocas palabras, la interconexión de estos problemas y su alcance global demuestran la necesidad de abordarlos con urgencia y de manera colaborativa para asegurar un futuro sostenible para las generaciones venideras. Para ello, las políticas públicas deben ser informadas por investigaciones sólidas y una toma de posición crítica basada en la teoría, y deben tener en cuenta la interdependencia de estos desafíos para lograr soluciones efectivas y sostenibles.

Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo reflejan la complejidad inherente a los desafíos medioambientales del siglo XXI y resaltan la necesidad de abordarlos de manera integral. En primer lugar, se destaca la interconexión significativa entre estos desafíos, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la gestión sostenible de recursos naturales, lo que acentúa la importancia de estrategias que integren soluciones multidisciplinarias para abordarlos de manera efectiva.

En este sentido, la cooperación global se presenta como un requisito fundamental para enfrentar los problemas medioambientales, ya que estos no reconocen fronteras nacionales. La colaboración internacional, ejemplificada en acuerdos como el Acuerdo de París, resulta significativa para lograr avances significativos en la resolución de estos retos.

Asimismo, la evaluación del impacto de las políticas públicas ambientales debe ser integral, es decir, abarcar aspectos ambientales, económicos y sociales. Además, se subraya la importancia de la participación de las partes interesadas, incluyendo la sociedad civil y las comunidades locales, para garantizar que las políticas sean efectivas y justas.

La equidad y la justicia climática son elementos esenciales que considerar en la formulación de políticas ambientales. Asegurar que las comunidades más vulnerables reciban apoyo adecuado y estén protegidas es un imperativo para abordar de manera efectiva los desafíos medioambientales.

La educación y la comunicación desempeñan un papel crucial en la concienciación pública y la movilización en torno a los problemas medioambientales. En consecuencia, se debe invertir en programas de educación sobre sostenibilidad y en la comunicación efectiva de los beneficios de la acción climática para fomentar la adhesión a las políticas y la adopción de prácticas sostenibles por parte de la sociedad.

Por último, se destaca la importancia de encontrar un equilibrio adecuado entre los aspectos económicos y ambientales. La transición hacia una economía más verde y sostenible, la internalización de costos ambientales y la promoción de prácticas comerciales responsables son desafíos económicos cruciales que requieren una integración profunda de consideraciones ambientales en las políticas económicas y comerciales. En conjunto, estas conclusiones apuntan a la necesidad de un enfoque completo y colaborativo para abordar los desafíos medioambientales y asegurar un futuro sostenible para las generaciones futuras.

Futuras líneas de investigación

En el ámbito de la investigación, este estudio ha proporcionado una visión completa de las políticas públicas ambientales y su relación con los desafíos medioambientales del siglo XXI. No obstante, se han identificado áreas que podrían ser objeto de futuras investigaciones con el propósito de abordar aspectos adicionales que exceden el alcance de este trabajo. En primer lugar, se podría emprender una evaluación comparativa de políticas públicas ambientales implementadas en distintas regiones o países, lo que permitiría identificar enfoques exitosos, desafíos comunes y lecciones aplicables a nivel global.

Asimismo, sería relevante explorar cómo los incentivos y sanciones dentro de las políticas públicas ambientales influyen en el comportamiento de las partes interesadas, como empresas e individuos, y cuál es su efectividad. Dada la importancia de la tecnología en la mitigación de los desafíos medioambientales, una línea de investigación interesante sería examinar cómo las políticas públicas fomentan la innovación tecnológica y la adopción de tecnologías sostenibles.

Un ámbito adicional de investigación podría centrarse en el seguimiento a largo plazo de los efectos de la educación ambiental en la percepción y el comportamiento de la población, lo que contribuiría a una comprensión más profunda de su impacto. Además, explorar cuestiones éticas relacionadas con la justicia climática y la equidad en la implementación de políticas podría ser una línea de investigación prometedora.

Otra perspectiva importante sería el análisis de políticas ambientales y su impacto en ecosistemas específicos, como bosques, océanos o áreas urbanas. Adicionalmente, y dado que la adaptación al cambio climático es urgente, investigar cómo las políticas públicas abordan la resiliencia climática y la preparación para eventos climáticos extremos sería un tema relevante.

Por último, el seguimiento y análisis de la implementación de acuerdos internacionales, como el Acuerdo de París, es un enfoque valioso que puede contribuir a evaluar el progreso y los obstáculos en la lucha contra el cambio climático. Estas futuras líneas de investigación tienen el potencial de ampliar nuestra comprensión de las políticas públicas ambientales y su impacto en la mitigación de los desafíos medioambientales, lo que contribuirá a un enfoque más sólido y efectivo para garantizar la sostenibilidad global.

Referencias

- Birnie, P. W., Boyle, A. E. and Redgwell, C. J. (2018). *International Law & the Environment*. Oxford University Press.
- Brickman, R. (2016). Sustainable Environmental Management in Mexico: A Brief Overview. In *The Palgrave Handbook of Critical Physical Geography* (pp. 415-432). Palgrave Macmillan.
- Farley, K. A. and Costanza, R. (2010). Payments for Ecosystem Services: From Local to Global. *Ecological Economics*, 69(11), 2060-2068.
- González-Abraham, M. (2010). La conservación de la biodiversidad en México. *Ciencia UANL*, 13(3), 359-366.
- Gupta, J. (2007). Transparency in the climate regime: the publishing of national reports under the UN framework convention on climate change. *Global Environmental Politics*, 7(3), 1-9.
- Hays, S. P. (1987). *Beauty, Health, and Permanence: Environmental Politics in the United States, 1955-1985*. Cambridge University Press.
- Hoffmann, M. J. (2011). *Climate governance at the crossroads: Experimenting with a global response after Kyoto*. Oxford University Press.
- Kates, R. W. (2001). Sustainability science. *Science*, 292(5517), 641-642.
- Levy, D. L. and Newell, P. (2005). *The Business of Global Environmental Governance*. MIT Press.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., ... and Scheffer, M. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (1992). *Convention on Biological Diversity*. United Nations (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *Text of the Paris Agreement*.
- Wapner, P. (1996). Politics beyond the state: Environmental activism and world civic politics. *World Politics*, 48(3), 311-340.

Cuerpos académicos de los profesionales de la educación: un estudio descriptivo de la investigación

Academic Groups of Education professionals: A descriptive study of the research

María Luisa Pereira Hernández

Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa, México

pereirahdz@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4748-539>

Virginia Mirella Zatarain Avendaño

Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa, México

virginia.zatarain@upes.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0008-8324-2916>

Arturo González Torres

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Milpa Alta, México

cann.azteca13@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3337-7600>

Resumen

El propósito de este trabajo consiste en analizar el estado que guardan las investigaciones realizadas sobre los cuerpos académicos (CA) de los profesionales de la educación en los últimos diez años. Para ello, se ha desarrollado una investigación de tipo cualitativo, con una técnica de análisis documental. En el cuerpo del trabajo se realiza una descripción de las características metodológicas y de los aspectos centrales de ubicación y validación de los estudios; además, se rescatan las teorías dominantes y los aportes de los documentos revisados. En concreto, el presente trabajo se construyó a partir de una búsqueda en profundidad, la cual permitió hallar 27 artículos sobre la temática, los cuales fueron registrados en una sábana analítica que permitió rescatar y comparar los hallazgos. Entre las conclusiones se destaca el panorama general en el que se realizan los estudios, los principales objetivos que guían las producciones académicas y una descripción de los resultados encontrados, como lo es un elevado nivel de conflicto en los CA respecto al rol que desempeña cada integrante. En consecuencia, se puede sugerir la necesidad de fomentar y apoyar la interacción interdisciplinaria entre los cuerpos académicos para llevar a cabo trabajos en conjunto.

Palabras clave: gestión del conocimiento, academias, docentes, investigaciones.

Abstrac

The purpose of this work is to analyze the state of the research carried out on the Academic Groups (AG) of education professionals in the last ten years. It is qualitative and uses the documentary analysis technique. In the body of the work, a description of the methodological characteristics is made, as well as the central aspects of location and validation of the studies, the dominant theories are also rescued, and the contributions of the reviewed documents. The present work was built from an in-depth search, registering 27 articles found on the subject; which were registered in an

analytical sheet that allowed us to rescue and compare the findings. Among the conclusions, the general panorama in which the studies are carried out, the main objectives that guide the academic productions and a description of the results found are rescued as is a high level of conflict in the AGs regarding the role played by each member, hence the need to promote and support interdisciplinary interaction between academic bodies to carry out joint work.

Key words: Knowledge Management, academies, teachers, research

Introducción

En el contexto de la educación superior de México, los profesionales de la docencia se encuentran comprometidos en una búsqueda constante de la excelencia y la calidad. Entre los criterios fundamentales que guían sus esfuerzos se destaca la implementación de diversas actividades de investigación desarrolladas en colaboración con una red de profesores comprometidos en promover la generación y aplicación del conocimiento, lo cual encuentra su fundamento en las políticas públicas diseñadas para impulsar y elevar la calidad de la educación superior en el país.

El establecimiento y la consolidación de los cuerpos académicos (CA) se erigen como uno de los pilares esenciales de esta labor investigativa. Sin embargo, forjar una red de docentes y lograr su consolidación no es tarea sencilla, pues requiere un esfuerzo sostenido y una dedicación apasionada por parte de los profesionales de la educación superior. Valores como la responsabilidad, la disciplina, el respeto y la tolerancia se entrelazan en este proceso para fomentar la base fundamental sobre la cual se sustenta la colaboración y el logro de objetivos y metas comunes. A pesar de la importancia innegable del trabajo realizado por los CA, es notorio que año tras año algunos de ellos se desintegran o no avancen en su proceso de consolidación, lo cual sirve de sustento para formular la siguiente interrogante: ¿qué ocurre en el seno de los CA que lleva a estas dinámicas de desintegración o estancamiento?

El análisis en profundidad del estado actual del conocimiento en este campo arroja luz sobre las experiencias vividas por los CA, desde su formación inicial hasta su eventual consolidación. También proporciona una visión detallada de los desafíos y obstáculos que enfrentan, así como las estrategias empleadas para superarlos. Además, estas investigaciones exploran el proceso de autoevaluación que llevan a cabo los CA, considerando cuidadosamente las evidencias de su trabajo tanto en el ámbito académico como en el de la investigación.

En este contexto, el presente estudio está estructurado con un propósito fundamental: investigar en torno al estado de los estudios realizadas sobre los cuerpos académicos de los profesionales de la educación en los últimos diez años. Este análisis enriquecerá el conocimiento disponible en la comunidad educativa y beneficiará especialmente a aquellos docentes que aspiren a iniciar una red de profesores con la firme intención de constituirse como un CA y alcanzar su consolidación. Asimismo, este estudio contribuirá al fortalecimiento de la educación superior en México al proporcionar una visión más completa y matizada de los desafíos y las oportunidades que enfrentan los CA en su búsqueda constante de la excelencia académica.

Para todo lo anterior, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- Describir las características metodológicas, así como los aspectos centrales de ubicación y validación de los estudios sobre los cuerpos académicos de los profesionales de la educación publicados en los últimos diez años.
- Identificar las teorías dominantes relacionadas a los cuerpos académicos de los profesionales de la educación en las investigaciones publicadas en los últimos diez años.
- Mencionar los aportes de las investigaciones realizadas sobre los cuerpos académicos de los profesionales de la educación en los últimos diez años.

Marco teórico

Educación superior en México

Los niveles de educación superior en México abarcan un espectro amplio de programas académicos, que incluyen desde técnicos superiores universitarios y profesionales asociados hasta licenciaturas, especialidades, maestrías y doctorados. Estas instituciones de educación superior desempeñan múltiples roles cruciales en la sociedad, pues abarcan la enseñanza y la promoción de la cultura, así como la investigación, aspecto de suma importancia para el reconocimiento y el prestigio de las instituciones.

De acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) (2018), la educación superior se erige como el punto culminante del sistema educativo en México. Este nivel se caracteriza por su intrincada diversidad y se materializa a través de una miríada de instituciones, ya sean públicas o privadas, autónomas o estatales, que incluyen universidades, institutos tecnológicos y otras entidades educativas diversas que ofrecen a la población mexicana una variedad de opciones de formación que procuran para satisfacer sus intereses y objetivos profesionales (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2015a).

En este contexto, la Ley General de la Educación Superior establece una serie de principios fundamentales para guiar la acción en este nivel educativo, entre los que se destacan la promoción del desarrollo humano e integral de los estudiantes, sustentada en la libertad de realizar investigaciones y la posterior difusión y publicación de los resultados de estas investigaciones (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2021, p. 6).

La ley también enfatiza la importancia de incentivar la formación de investigadores con un enfoque científico, humano y tecnológico, y subraya la necesidad de proporcionar los recursos necesarios para fortalecer la investigación en las instituciones de educación superior (IES). Además, se alienta la creación de repositorios disciplinarios con el objetivo de ampliar el impacto de la investigación en la sociedad a través de actividades de divulgación respaldadas por las autoridades educativas (DOF, 20 de agosto de 2021).

En otras palabras, las IES en México se esfuerzan por cumplir con los objetivos clave de la educación superior, que incluyen el fortalecimiento de la investigación en áreas humanísticas, científicas y tecnológicas en sus vertientes básicas y aplicadas. Además, se promueve activamente la difusión de la información generada en todas las regiones y se busca establecer conexiones efectivas entre la

investigación y la solución de problemas de relevancia social, científica y tecnológica en el país (Anuies, 2018). Todos estos esfuerzos convergen en un objetivo central: mejorar y enriquecer el desarrollo profesional de los docentes en beneficio de la sociedad en su conjunto.

Cuerpos académicos

Para alcanzar los estándares de calidad educativa requeridos en el país, las IES han dado paso a la formación y consolidación de los denominados cuerpos académicos (CA), los cuales se definen como un colectivo de profesores-investigadores que comparten uno o más campos de estudio, cuyos propósitos y metas se orientan hacia la generación y/o aplicación de conocimientos novedosos (SEP, 2021). Este grupo de profesionales desempeñan un rol cardinal en la búsqueda de la excelencia educativa, al lograr un alto grado de especialización colectiva y contribuir a la integración del sistema de educación superior del país a través de sus actividades académicas.

La pertenencia a un cuerpo académico conlleva una serie de ventajas significativas, entre las que se destacan el respaldo del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), que tiene como objetivo beneficiar a los grupos de trabajo. Según PRODEP, para el tipo superior S247, un elemento esencial de los CA es que sus integrantes participen de forma voluntaria, motivados por el deseo de enriquecer sus conocimientos y habilidades junto a sus colegas (Gobierno de México [GOB], s. f). Resulta relevante subrayar que un cuerpo académico puede reunir a profesores de diversas instituciones siempre y cuando compartan un interés común.

La convocatoria del año 2022 para el registro y evaluación de los cuerpos académicos estableció como objetivo primordial “profesionalizar a los docentes de tiempo completo para que adquieran competencias en investigación, docencia, desarrollo tecnológico e innovación y, con un enfoque de responsabilidad social, se integren y consoliden en grupos de trabajo” (SEP, 2022, p. 1). Para alcanzar este propósito, la SEP ha implementado diversas acciones orientadas a estimular la participación del cuerpo docente a tiempo completo en los cuerpos académicos, pues reconoce que la formación de estos constituye un componente esencial en la preparación de profesionales y expertos.

En efecto, los cuerpos académicos representan un medio de profesionalización para los docentes y su continua actualización. Esto les proporciona una base sólida para enfrentar un futuro cada vez más exigente en la formación del capital humano. En consecuencia, se convierten en la célula fundamental de la academia y ejercen una voz crítica en diversas áreas del conocimiento que configuran la vida académica de las instituciones públicas de educación superior (IPES) (SEP, 2022).

En cuanto a las bases de la convocatoria para la formación de un cuerpo académico, estas estipulan que se debe demostrar el trabajo colaborativo y aspirar al más alto nivel de consolidación, que se desglosa en tres categorías: 1) CA en formación, 2) en consolidación y 3) consolidado. Además, un grupo de cuerpos académicos debe estar integrado por un mínimo de tres profesionales (profesores de tiempo completo afiliados a la misma institución), con un número máximo determinado por la efectiva y continua comunicación e interacción entre sus miembros (SEP, 2022).

En otras palabras, la formación de los cuerpos académicos se encuentra regida por la normativa de las instituciones convocantes y requiere el acatamiento de los lineamientos establecidos para su

evaluación. Esto da inicio a un trabajo colaborativo que, sin duda alguna, conlleva beneficios sustanciales para los estudiantes, docentes y la comunidad universitaria en su conjunto.

Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP)

El Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) se estableció en 1996 originalmente con el nombre de Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP). Este tenía el propósito de fortalecer la profesionalización y la actualización de los profesores de tiempo completo (PTC) que desempeñan funciones de docencia, tutoría e investigación, aunque ahora su objetivo principal es fomentar el desarrollo de los cuerpos académicos (CA), los cuales tienen la responsabilidad de mejorar la formación y el desempeño de los profesores (Pérez *et al.*, 2020). Este programa nace como una iniciativa promovida por la Secretaría de Educación Pública (SEP). Según lo estipulado en el anexo del Acuerdo 39-12-21, las reglas de operación del programa para el desarrollo profesional docente para el ejercicio fiscal 2022 buscan principalmente “contribuir a la excelencia y pertinencia en la educación básica, media superior y superior” (SEP, 2021, p. 24).

Además de lo antes mencionado, PRODEP respalda la consecución del objetivo 3 del Programa Sectorial de Educación 2020-2024, que consiste en “revalorizar a las maestras y los maestros como agentes fundamentales del proceso educativo, con pleno respeto a sus derechos, a partir de su desarrollo profesional, mejora continua y vocación de servicio” (SEP, 2021, pp. 24-25).

Por otra parte, en el caso del nivel superior, está coordinado por diversas entidades, entre ellas la Dirección General de Educación Superior Universitaria e Intercultural (DGESUI), la Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (DGUTYP), la Dirección General de Educación Superior para el Magisterio (DGESuM) y el Tecnológico Nacional de México (TecNM). Su principal objetivo es profesionalizar al profesorado de tiempo completo (PTC) mediante el respaldo para la realización de estudios de posgrado, el reconocimiento de PTC con perfiles destacables y la consolidación de cuerpos académicos para fortalecer la investigación. También procura colaborar en la mejora de la calidad y competitividad académica y de gestión de las instituciones públicas de educación superior (IPES) (GOB, s. f).

Con el fin de motivar al docente a trabajo colegiado, el programa PRODEP ofrece apoyos para el fortalecimiento de cuerpos académicos y la creación de redes académicas, incluyendo el apoyo para gastos de publicación y becas postdoctorales. Además, distingue a los profesores de tiempo completo con perfiles destacables, con lo cual se reconoce a aquellos que cumplen con eficacia y equilibrio sus funciones de PTC, es decir, generación y aplicación del conocimiento, enseñanza, tutoría y gestión académica (SEP, 2021). Por ende, proporciona recursos y herramientas esenciales para el trabajo académico de los profesores reconocidos con este perfil y brinda apoyos para la incorporación de nuevos PTC y la reincorporación de exbecarios PROMEP con el objetivo de asegurar que cuenten con las condiciones básicas necesarias para llevar a cabo eficazmente sus funciones académicas, así como para respaldar el desarrollo y la consolidación de los cuerpos académicos a los que pertenecen.

Trabajo colegiado

El trabajo colegiado es un concepto fundamental en la educación que implica la colaboración activa y la interacción entre docentes en espacios donde se comparten conocimientos, experiencias y desafíos relacionados con su labor académica (SEP, 2015b). Sin embargo, va más allá de una simple interacción, pues se concibe como un proceso participativo en el que docentes, alumnos y miembros de la comunidad se involucran en la toma de decisiones y la definición de acciones con el propósito de mejorar la calidad de vida de todos los involucrados (Miranda y Jiménez, 2022).

Miranda y Jiménez (2022) ofrecen una definición enriquecedora de la colegialidad, que representa la habilidad o actitud que un profesional desarrolla para relacionarse efectivamente con otros colegas en busca de un objetivo común. Esta actitud se caracteriza por el respeto mutuo de opiniones y contribuciones, la eliminación de jerarquías en la interacción, el intercambio abierto de experiencias, habilidades y conocimientos, y la capacidad de generar discusiones y reflexiones constructivas orientadas hacia el cumplimiento de metas compartidas. En otras palabras, el trabajo colegiado se concibe como una herramienta que promueve la mejora continua en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En este sentido, los docentes que forman parte de un grupo colegiado son profesionales con habilidades, capacidades, valores y ética que se unen en torno a un objetivo común. Su colaboración tiene como resultado mejoras significativas en la práctica docente, la calidad de la enseñanza y el rendimiento académico de los estudiantes. El trabajo colegiado, por ende, se convierte en una estrategia esencial para impulsar el desarrollo profesional de los docentes y para fomentar un entorno educativo enriquecedor y efectivo, de modo que no solo se trata de interactuar entre docentes, sino de una actitud y un proceso participativo que tiene un impacto positivo en la calidad de la educación y en la vida académica de todos los involucrados en la comunidad educativa.

Redes de investigación

Hernández *et al.* (2019) mencionan que las redes de investigación son “asociaciones entre grupos, centros, nodos y semilleros de investigación con actores de la sociedad, sector productivo, sector gubernamental, interesados en el desarrollo de actividades de ciencia, tecnología e innovación a través de proyectos conjuntos y/o alianzas para la cooperación intersectorial” (p. 8), y estas se conforman debido a que las líneas de investigación que las concentran tienen un interés temático derivado de un proyecto de investigación y cada estructura de la red emite sus aportaciones para concretar los objetivos de dicho proyecto.

Los objetivos de las redes de investigación —de acuerdo con Hernández *et al.* (2019)— son generar alianzas con investigadores, posibilitar la inter, multi y transdisciplinariedad, colaborar en la internacionalización de los investigadores, grupos, semilleros, nodos y centros de investigación, promover la visibilidad de los productos investigativos a través de eventos de alto nivel, y generar soluciones pertinentes en el contexto de la educación abierta y a distancia en ambientes virtuales de aprendizaje, entre otros.

Ahora bien, lo intrigante de estas redes radica en su origen y motivación, ya que emergen como consecuencia de líneas de investigación que convergen en un interés temático derivado de proyectos de estudios específicos. En este contexto, cada estructura que compone la red emite sus

valiosas aportaciones para concretar los objetivos que rigen dicho proyecto, lo que genera una dinámica de colaboración e intercambio de conocimientos que trasciende las limitaciones geográficas y disciplinarias.

Los objetivos trazados por las redes de investigación, según el enfoque de Hernández y su equipo, son sumamente ambiciosos y abarcan diversos aspectos de la actividad científica. Estos objetivos incluyen la generación de alianzas con investigadores de diferentes perfiles y campos de estudio para estimular la interdisciplinariedad, la multidisciplinariedad y la transdisciplinariedad. Además, se centran en promover la internacionalización de los investigadores, grupos, semilleros, nodos y centros de investigación, lo que implica una proyección global de la producción científica y un enriquecimiento de la perspectiva académica.

Otro propósito relevante es el impulso a la visibilidad de los productos investigativos, que se materializa a través de la organización de eventos de alto nivel. Estos eventos no solo difunden el conocimiento generado, sino que también constituyen espacios para el diálogo, la reflexión y el enriquecimiento mutuo entre los participantes. Además, las redes de investigación asumen el desafío de generar soluciones pertinentes en el contexto de la educación abierta y a distancia en ambientes virtuales de aprendizaje, un ámbito en constante evolución y transformación.

En última instancia, las redes de investigación se erigen como poderosos motores de colaboración científica y producción de conocimiento, ya que facilitan a investigadores e instituciones de diferentes regiones la oportunidad de unirse en esfuerzos conjuntos para compartir información, experiencias y enfoques disciplinarios. Esta dinámica de trabajo colaborativo no solo enriquece el acervo de contenidos científicos, sino que también se traduce en una mayor difusión del conocimiento y contribuye de manera significativa a la resolución de problemas comunes que desafían a la comunidad académica y a la sociedad en su conjunto.

Por tanto, las redes de investigación permiten a investigadores e instituciones de diferentes regiones realizar colaboraciones científicas, crear e intercambiar información sobre sus campos o líneas temáticas, así como generar conocimiento mediante contenidos científicos, obtener mayor difusión y al mismo tiempo contribuir a la solución de problemas en temáticas comunes a partir del trabajo colaborativo.

Gestión del conocimiento

En el contexto de las IES en México, la efectiva implementación de la gestión del conocimiento se presenta como un factor determinante para catalizar una serie de mejoras integrales. Estas mejoras abarcan desde la optimización de los procesos de gestión interna hasta la catalización de la innovación y la consolidación de una cultura centrada en las experiencias compartidas entre profesores, investigadores y estudiantes, y promueve activamente el aprendizaje continuo y el desarrollo de habilidades y competencias, factores esenciales para elevar la calidad institucional a niveles sobresalientes.

En palabras de Guzmán (2016), la gestión del conocimiento se define como “el proceso utilizado por las empresas para identificar, generar, transferir, almacenar, compartir y aplicar la información de forma eficiente” (p. 7). Este enfoque no solo busca administrar la información, sino que también se

concentra en la gestión de las experiencias y cogniciones de las personas con el fin de propagar su difusión y garantizar la permanencia de este activo invaluable. Este concepto se alinea perfectamente con la idea de que la gestión del conocimiento involucra la generación, compartición y utilización tanto del conocimiento tácito como del conocimiento formal explícito, y que estos esfuerzos tienen el propósito central de satisfacer las necesidades organizacionales, crear una memoria institucional y fomentar el aprendizaje y la mejora continua.

Estos objetivos, en concordancia con la perspectiva de Nonaka y Takeuchi (1995), no solo comparten un denominador común, sino que ponen un énfasis vital en la importancia de generar y compartir conocimiento como catalizador fundamental de la mejora y la calidad institucional. Además, esta relevancia se acentúa cuando se contextualiza en el ámbito de las IES, donde la implementación de la gestión del conocimiento se traduce en mejoras significativas en la gestión interna y la promoción de la innovación. Asimismo, fortalece la cultura de experiencias compartidas entre profesores, investigadores y estudiantes, lo que contribuye a la actualización constante y el desarrollo de habilidades y competencias, pilares fundamentales para mantener y elevar la calidad institucional en el ámbito educativo.

Con estas iniciativas, es fundamental destacar que el conocimiento generado por estudiantes y docentes no se queda confinado en los límites de la institución. Al contrario, se comparte activamente a través de diversas vías, como la publicación de artículos, la creación de capítulos de libros, la participación en conferencias, la prestación de consultorías o el desempeño de funciones tutoriales. Estas prácticas de difusión y colaboración, en última instancia, contribuyen de manera considerable a la mejora constante de la calidad institucional y al avance en el campo educativo.

En resumen, la gestión del conocimiento emerge como una herramienta esencial y poderosa para promover el crecimiento y la excelencia de las instituciones de educación superior en México, y su influencia se extiende por múltiples dimensiones de la vida institucional, lo que fortalece la capacidad de adaptación, el espíritu innovador y la calidad educativa en su máxima expresión.

Estrategia metodológica

La obtención de los documentos requeridos para esta investigación implicó un minucioso proceso de búsqueda en diversas fuentes en línea, utilizando criterios de filtro que abarcaban el periodo comprendido entre los años 2012 y 2022. Estas fuentes incluyeron plataformas de renombre como Google Académico, Researchgate y Science Direct, así como revistas digitales ampliamente reconocidas como *Ra Ximha*, *ECORFAN* y *Revista-Face*. Además, se realizaron búsquedas en revistas vinculadas a destacadas universidades, tales como la Universidad de Sonora (USON), la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

El análisis documental, en su más amplio sentido, abarca un proceso de procesamiento analítico-sintético que engloba múltiples etapas, incluyendo la descripción bibliográfica y general de la fuente documental, la clasificación y la indización de los elementos relevantes, la anotación detallada de aspectos esenciales, la extracción de datos clave, la traducción de información pertinente y la creación de reseñas concisas y informativas (García, 2002).

Como parte de este proceso de análisis y síntesis de datos, se ha elaborado una detallada hoja de cálculo en formato Excel, la cual incorpora una serie de categorías cruciales que abarcan elementos como el título de los documentos, el año de publicación, los nombres de los autores, el estado de procedencia de los estudios, la metodología empleada, el método de investigación, las técnicas utilizadas, las variables analizadas, la formulación del problema de investigación, los objetivos planteados, los resultados obtenidos, las conclusiones alcanzadas y las contribuciones significativas al corpus del conocimiento.

Posteriormente, para gestionar y analizar de manera efectiva esta amplia base de datos recopilada, se ha empleado un enfoque tabular y analítico, donde la información ha sido desglosada, organizada y agrupada de acuerdo con las diversas variables definidas previamente. Este proceso de análisis se traducirá en una presentación de resultados que ofrecerá una comprensión más profunda y detallada de los hallazgos y las tendencias emergentes en el campo de estudio investigado.

Resultados

Presentación del panorama

En el contexto de la revisión bibliográfica destinada a evaluar el panorama actual de las investigaciones relativas a los cuerpos académicos (CA) de los profesionales de la educación, se ha logrado recopilar un corpus de 27 estudios que arrojan luz sobre esta temática. Estos estudios, en su mayoría (23), se adhieren a un enfoque cualitativo en sus metodologías de investigación, el cual, por su naturaleza, tiende a profundizar en las dimensiones subjetivas y contextuales de los fenómenos estudiados, lo que ofrece una comprensión más rica y matizada de la realidad en cuestión.

El énfasis en el enfoque cualitativo en estas investigaciones no es fortuito, ya que revela una clara inclinación hacia el análisis detenido y la exploración en profundidad de los fenómenos relacionados con los cuerpos académicos. Esta preferencia metodológica indica una intención de capturar las complejidades inherentes a la conformación y funcionamiento de estos cuerpos, así como su impacto en el ámbito educativo.

Para esclarecer aún más la contribución de estas investigaciones al conocimiento del área se presenta la tabla 1, que resume de manera concisa y sistemática las principales características y enfoques metodológicos de cada estudio, así como los hallazgos clave y las conclusiones alcanzadas en cada caso. Este análisis sistemático permitió no solo apreciar la diversidad de enfoques y metodologías utilizadas en las investigaciones sobre CA, sino también identificar patrones y tendencias emergentes en el campo.

Tabla 1. Investigaciones por estado

Estado	Cuantitativas	Cualitativas	Mixto	Total
Tabasco	1	4	1	6
México	1	3		4
Chihuahua		3		3
Puebla	1	2		3
Morelos	2	0		2
Nuevo León	1	1		2
Sonora		2		2
Aguascalientes		1		1
Jalisco		1		1
Guanajuato		1		1
Yucatán		1		1
Coahuila	1			1
Total	7	19	1	27

Fuente: Elaboración propia

Esta revisión bibliográfica proporciona una visión panorámica de la investigación actual sobre cuerpos académicos en el ámbito de la educación. Específicamente se destaca la prevalencia del enfoque cualitativo como una herramienta valiosa para abordar las complejidades de este fenómeno. Además, resalta la relevancia y la contribución significativa de estas investigaciones para ampliar nuestra comprensión de los cuerpos académicos y su impacto en la educación superior.

En la tabla 1 también se puede observar una clara tendencia en cuanto al número de investigaciones realizadas en diferentes entidades. En primer lugar, se destaca el estado de Tabasco, con más investigaciones en este contexto específico. Le sigue de cerca la Ciudad de México, lo que la consolida como un centro de investigación académica de gran importancia. En tercer lugar, se encuentran los estados de Chihuahua y Puebla, que también han contribuido significativamente a la producción de conocimiento en relación con los cuerpos académicos (CA).

Es relevante señalar que durante el periodo de 2020-2021 (marcado por la pandemia global) se experimentó una notoria disminución en la cantidad de investigaciones vinculadas a los CA, pues — de acuerdo con Velázquez *et al.* (2021)— los profesores dedicaron más tiempo a la preparación, desarrollo y evaluación de actividades que a las funciones investigativas, lo que incidió de manera negativa en la consolidación de los CA durante ese tiempo. Este fenómeno puede atribuirse en parte a las circunstancias excepcionales que vivió la comunidad académica en ese momento, las cuales obligaron a replantear las prioridades de la educación y de la investigación.

En efecto, la pandemia impulsó una rápida adaptación a nuevas modalidades educativas, caracterizadas por la tecnología y la educación a distancia, lo que desencadenó un enfoque más marcado en los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por las herramientas digitales. Este

cambio de enfoque no solo refleja la adaptabilidad y resiliencia de la comunidad académica, sino también la respuesta pragmática a las necesidades educativas urgentes que surgieron durante ese periodo crítico. En pocas palabras, la “nueva modalidad educativa” que se implementó con el fin de garantizar la continuidad de los ciclos escolares llevó consigo una serie de desafíos y oportunidades que generaron un campo fértil para la investigación y el análisis.

Por otra parte, en relación con la metodología empleada en las publicaciones analizadas, se hizo evidente la tendencia del enfoque cualitativo, seguido por el cuantitativo, y una minoría utilizó el método mixto (tabla 2).

Tabla 2. Tendencia de la metodología en las investigaciones

Metodología	Frecuencia
Cualitativa	19
Cuantitativa	7
Mixto	1
Total	27

Fuente: Elaboración propia

En el análisis detallado de la literatura cualitativa, se ha observado un total de 11 estudios de caso, junto con 3 investigaciones documentales, 2 investigaciones fenomenológicas y una singular investigación de acción. Estos enfoques metodológicos han arrojado una riqueza de datos y conocimientos significativos en el contexto de los cuerpos académicos.

En particular, es interesante resaltar la preeminencia de los estudios de caso en la investigación cualitativa, donde se ha evidenciado una tendencia notable hacia el enfoque en los CA de las instituciones en las que trabajan los autores. Estas investigaciones de caso no solo ofrecen una visión profunda de las dinámicas y los procesos internos de los CA, sino que también brindan valiosas lecciones y experiencias que pueden ser aprovechadas por los CA emergentes. Este enfoque permite a los nuevos CA no solo conocer y comprender las experiencias previas, sino también adaptarlas y aplicarlas de manera efectiva para promover actividades que contribuyan a su consolidación.

En el caso de los estudios de caso restantes, se destaca su función de proporcionar una autoevaluación crítica de las actividades y desempeño de los CA. En otras palabras, estos estudios han permitido a los CA examinar su propio progreso y desarrollo para detectar áreas de mejora y oportunidades de crecimiento, por lo que se puede afirmar que la autorreflexión y la evaluación interna se han revelado como componentes esenciales en el camino hacia la consolidación de los CA.

Por otro lado, al adentrarnos en la esfera de la investigación cuantitativa, se ha observado que el método predominante es el enfoque no experimental descriptivo. Estos estudios cuantitativos se distinguen por su capacidad para proporcionar una descripción detallada del desempeño laboral de los CA, pues han examinado la pertinencia y la aplicación del conocimiento generado por los CA, así como los obstáculos que han enfrentado en su búsqueda de logros. Los indicadores de logro y el

impacto en el desarrollo institucional de los CA han sido sometidos a un riguroso análisis, lo que ha proporcionado una visión completa de su efectividad.

En términos de la metodología de recopilación de datos, se han empleado técnicas como encuestas y cuestionarios para capturar la perspectiva cuantitativa. Sin embargo, cabe destacar que también se ha utilizado la entrevista semiestructurada —una técnica más cualitativa— para profundizar en las experiencias de los CA en su camino hacia la consolidación en el ámbito de la educación superior. Estas entrevistas han revelado la complejidad de los procesos internos de los CA, como la resolución de conflictos motivada por el alto compromiso y la demanda de contribuciones significativas. Además, han destacado el papel crucial del liderazgo y la coordinación entre los miembros como elementos fundamentales en la consolidación de los CA.

Por otra parte, el análisis de la literatura revela una riqueza de enfoques metodológicos y una diversidad de perspectivas en la investigación sobre los cuerpos académicos. Los estudios cualitativos y cuantitativos han arrojado luz sobre las experiencias, desafíos y logros de los CA para contribuir al enriquecimiento del conocimiento en este campo en constante evolución; no obstante, se considera la investigación mixta (Peláez, 2018) una propuesta idónea debido a las aportaciones al estado del conocimiento, es decir, mediante la parte cuantitativa, permite identificar el impacto de la productividad académica y científica de los docentes investigadores y, de igual manera, se accede a conocer los procesos y estrategias planteada por los CA para cumplir con los rubros, acuerdos y lineamientos de PRODEP. Esto sirve para conseguir su consolidación y, al mismo tiempo, las acciones de los miembros para lograr las actividades propuestas, gracias al sentido cualitativo.

Al examinar en detalle las investigaciones recopiladas, surge un dato característico sobre la naturaleza de los estudios. En un total de 27 investigaciones analizadas, se observa una clara predominancia de ciertas variables de estudio que han acaparado la atención de los investigadores en el ámbito de los cuerpos académicos (CA) y la educación superior. Estas variables, en su conjunto, han servido como pilares fundamentales para la comprensión y el análisis de los temas relacionados con los CA y su impacto en el desarrollo institucional de las instituciones públicas de educación superior (IPES) en México. Las variables más destacadas que emergen de estas investigaciones incluyen cuerpos académicos, desarrollo institucional, producción académica, contribución social, gestión del conocimiento, redes científicas, cuerpos colegiados, planta académica, educación superior, programas educativos, evaluación y políticas de fortalecimiento.

Es relevante destacar que el enfoque de estas investigaciones se ha centrado en el estudio de los CA que operan en el contexto de las 731 IPES en México. Dentro de este panorama, se destaca la diversidad de instituciones que conforman estos CA, lo que refleja la amplitud y la complejidad del sistema educativo superior en el país. Asimismo, cabe subrayar que, entre las IPES que albergan CA, las escuelas normales han ocupado una posición predominante, con un total de 261 instituciones. Les siguen en número los tecnológicos, tanto federales (132) como descentralizados (120), así como las universidades tecnológicas (120) (GOB, 2022). Este panorama institucional diversificado, en el que las escuelas normales y los tecnológicos desempeñan un papel destacado, ha sido el objeto de estudio de estas investigaciones.

De igual manera, es importante señalar que la población de estudio en todas estas investigaciones se ha centrado en el personal académico que forma parte de las instituciones incorporadas al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP). Este enfoque permite un análisis más específico y detallado de los profesionales de la educación que participan activamente en los CA y su contribución al fortalecimiento de la educación superior en México. Estos estudios han arrojado luz sobre los desafíos, logros y dinámicas internas que caracterizan a los CA en estas instituciones, lo que favorece la comprensión más profunda de este campo en constante evolución.

Se destaca, por tanto, que las investigaciones analizadas reflejan una marcada concentración en variables de estudio clave y proporcionan una visión detallada de los CA en un contexto diverso de IPES en México. Estas investigaciones han contribuido significativamente al cuerpo de conocimiento en torno a los CA y su papel en el desarrollo institucional y académico en la educación superior del país.

Producciones académicas

Continuando con el minucioso escrutinio de las producciones relacionadas con los cuerpos académicos (CA) en el ámbito de los profesionales de la educación, se despliega una panorámica donde se entretajan diversas vertientes de investigación que abordan con una profundidad y alcance notables las dimensiones clave de este fenómeno académico.

En un primer plano, emergen las investigaciones cuyo propósito fundamental radica en el desglose y examen minucioso de las actividades que dan forma al proceso de generación de conocimiento en el seno de los cuerpos académicos. Estos enfoques, de carácter descriptivo, persiguen una comprensión detallada de las dinámicas y prácticas que subyacen en la producción de conocimiento por parte de estos colectivos. En paralelo, buscan identificar y analizar las evidencias que respaldan la institucionalización de dichos cuerpos académicos, lo que arroja luz sobre su arraigo y legitimidad en el contexto institucional.

En una segunda vertiente de investigación, se hallan aquellos estudios que se dedican a describir y caracterizar las estrategias de vinculación y producción de conocimiento implementadas por los cuerpos académicos. Estos enfoques analíticos profundizan en la comprensión de las gestiones realizadas por estos grupos en su búsqueda por establecer colaboraciones fructíferas y ampliar su contribución al ámbito del conocimiento.

Además, una parte sustancial de las investigaciones se enfoca en la evaluación del desempeño de los cuerpos académicos considerando tanto sus logros colectivos como las experiencias individuales y grupales de crecimiento. Este tipo de análisis escruta el impacto y la efectividad de estos colectivos en términos de su contribución al corpus de conocimiento académico y su influencia en la comunidad científica.

Por otra parte, resulta trascendental subrayar que entre las investigaciones se encuentran aquellas que otorgan un lugar preeminente a la voz y percepción de los docentes investigadores que conforman estos cuerpos académicos. Estas indagaciones buscan ahondar en la comprensión de la perspectiva de los actores involucrados mediante la exploración de sus opiniones y reflexiones acerca de los elementos cruciales que deben estar presentes en la gestión del conocimiento y en el

fortalecimiento de los Cuerpos académicos. Además, aportan conocimiento sobre el significado personal y colectivo que estas actividades tienen en el desarrollo profesional de los docentes investigadores, especialmente en lo que respecta a la concepción y ejecución de proyectos de investigación.

En un ámbito más específico y minoritario, un segmento de las investigaciones se concentra en abordar problemáticas emergentes relacionadas con los cuerpos académicos. Esto incluye la percepción de los docentes investigadores sobre los conflictos de rol que pueden surgir, la importancia del liderazgo como una cualidad esencial para la consolidación de los cuerpos académicos, así como las limitaciones y restricciones que enfrentan los investigadores que desean formar parte de estos colectivos, particularmente en lo que concierne a la obtención del “perfil deseable”. Este suele ser un beneficio exclusivo reservado para los docentes con categoría de tiempo completo, grados académicos de doctorado o maestría, y contratación en calidad de definitivos.

En definitiva, se destaca que el análisis de las producciones académicas concernientes a los cuerpos académicos en el ámbito de los profesionales de la educación revela una riqueza temática y metodológica que contribuye significativamente al enriquecimiento del entendimiento de estos colectivos y su pertinencia en el contexto de la educación superior.

CONCLUSIONES

Al llevar a cabo un análisis exhaustivo de las investigaciones relacionadas con los cuerpos académicos (CA) en el ámbito de los profesionales de la educación, se evidencian una multiplicidad de argumentos y consideraciones que abarcan aspectos cruciales en este contexto académico. En otras palabras, los estudios demuestran varios temas de relevancia, entre ellos, las cuestiones financieras y la gestión institucional, que emergen como factores de profunda influencia en la productividad académica y el desarrollo de estos grupos de investigadores.

En lo que respecta a la financiación de los CA, tanto las instituciones académicas como otros organismos externos han sido señalados como fuentes de recursos, aunque se argumenta que dichos fondos resultan insuficientes para impulsar un desarrollo científico óptimo. Por eso, surge la necesidad imperante de explorar vías alternativas para la obtención de fondos, como colaborar con organismos y entidades que puedan brindar apoyo financiero más sólido y sostenible. Este desafío económico pone de manifiesto la falta de priorización de la inversión en la producción del conocimiento, a pesar de reconocer los beneficios que una fuerza laboral educada y orientada hacia la investigación puede aportar al progreso de la nación.

Un aspecto crucial que se revela en este análisis es la limitada capacidad de gestión de los directivos de las instituciones académicas, quienes, en muchos casos, no logran cumplir eficazmente su responsabilidad de impulsar programas y estrategias destinadas al fortalecimiento de los CA. Esta deficiencia en la gestión administrativa y directiva ejerce un impacto directo en la productividad y eficacia de estos grupos académicos, lo que subraya la necesidad de un liderazgo comprometido y efectivo para maximizar su potencial y contribución a la generación de conocimiento.

Asimismo, otro elemento de gran relevancia que surge en el análisis es el conflicto interno que a menudo prevalece en los CA, relacionado con la percepción de roles y responsabilidades de sus miembros. Esta situación revela la necesidad de fomentar la interacción interdisciplinaria y colaborativa entre los integrantes de estos colectivos académicos a través de una participación colegiada y activa de líderes dentro de los CA para fortalecer sus líneas de investigación y optimizar su funcionamiento. Además, se destaca la importancia de inculcar valores como la humildad, la colaboración, la solidaridad, la disciplina, la laboriosidad, la integridad y la responsabilidad entre los miembros con el fin de promover una cultura de trabajo cooperativo que beneficie a las IES.

Por otra parte, el tema de la autoevaluación se erige como un punto clave en las investigaciones, pues permite detectar fortalezas como la participación activa de los CA en eventos académicos, la generación de proyectos colectivos y la vinculación con productores y empresas regionales. No obstante, se resalta la limitante impuesta por un sistema que condiciona las funciones de los docentes a la producción académica y la evaluación docente como tareas prioritarias. Además, se pone de manifiesto la disparidad económica entre los docentes, especialmente aquellos sin categoría de tiempo completo, lo que dificulta su acceso a oportunidades de desarrollo académico y su inclusión como miembros plenos en los CA, redes y líneas de investigación científica.

En cuanto a las percepciones de los miembros de los CA, se enfatiza la importancia de que el trabajo investigativo tenga un propósito o aplicación práctica, lo que confiere sentido y relevancia a sus esfuerzos. Además, ser parte de un CA se considera un compromiso que implica distanciarse de la rutina y las explicaciones cotidianas para exigir un mayor nivel de abstracción y concreción en la labor investigativa.

En conclusión, los cuerpos académicos (CA) son elementos fundamentales para impulsar la generación de conocimiento y la mejora de la calidad en la educación superior. Sin embargo, cabe resaltar que estos grupos de profesionales de la educación se enfrentan a desafíos financieros y de gestión que requieren soluciones innovadoras y un liderazgo comprometido, por lo que se destaca la importancia de la gestión del conocimiento y la colaboración interdisciplinaria como componentes clave para el desarrollo y la consolidación de los CA.

El trabajo colegiado y la interacción entre docentes, investigadores y estudiantes se consideran esenciales para promover la calidad de la educación y la producción de conocimiento. Asimismo, en cuanto a la evaluación y la autoevaluación de los CA, se subraya la necesidad de un enfoque equilibrado que valore tanto la producción académica como el desarrollo personal y colectivo de los miembros de estos grupos. En tal sentido, se identifican áreas de estudio pendientes, como la evaluación por rúbrica, los conflictos internos y la gestión de docentes investigadores, que requieren una mayor atención en futuras investigaciones.

En última instancia, los textos revisados resaltan la importancia de abordar de manera integral la gestión académica y la colaboración en la educación superior para reconocer los desafíos y oportunidades que enfrentan los CA y para destacar su papel en la generación de conocimiento y en la mejora de la calidad educativa.

Futuras líneas de investigación

A partir de la revisión llevada a cabo en lo referente a las investigaciones sobre cuerpos académicos de los profesionales de la educación se sugieren las siguientes líneas de investigación:

- Análisis detallado de los métodos y técnicas de evaluación de los CA y cómo afecta la autoevaluación y la evaluación externa de los CA en su mejora de actuación.
- Evaluación por rúbrica en CA: Indagar la implementación y efectividad de la evaluación por rúbrica como herramienta en la mejora de la calidad y la productividad de los CA.
- Conflictos internos y estrategias de afrontamiento: Realizar investigaciones más profundas sobre los conflictos internos que a menudo prevalecen en los cuerpos académicos y las estrategias de afrontamiento utilizadas para abordarlos. Esto podría ayudar a identificar enfoques efectivos en la mejora de la colaboración y la cohesión dentro de estos grupos.
- Gestión de docentes investigadores: Explorar en detalle la gestión personal y el desarrollo de habilidades de los docentes investigadores que forman parte de los cuerpos académicos. Lo anterior puede incluir estudios sobre el cómo las instituciones académicas pueden apoyar mejor el crecimiento profesional de sus miembros.
- Formación de líderes y liderazgo efectivo: Estudiar cómo se puede proporcionar formación y desarrollo de liderazgo a los miembros de los CA con el fin de garantizar un liderazgo efectivo que impulse la productividad y la colaboración, así como la permanencia y crecimiento del CA.
- Cultura de trabajo cooperativo: Investigar estrategias que fomenten una cultura de trabajo cooperativo en los CA, incluyendo la promoción de valores como la humildad, la colaboración, la solidaridad y la responsabilidad, lo cual podría incluir la evaluación de programas y prácticas institucionales.
- Percepciones de impacto y sentido: Realizar investigaciones que exploren las percepciones de los miembros de los cuerpos académicos sobre el impacto y el sentido de su trabajo investigativo, y cómo estas percepciones influyen en su compromiso y productividad. Esto podría incluir estudios cualitativos para comprender la motivación y el propósito detrás de la investigación académica.

Las propuestas de futuras líneas de investigación presentadas constituyen elementos de gran relevancia en el contexto de los cuerpos académicos (CA) en la educación superior, pues ofrecen un abanico de perspectivas y enfoques que podrían arrojar luz sobre aspectos fundamentales de su funcionamiento. A medida que las investigaciones se adentran en áreas como la evaluación por rúbrica, los conflictos internos, la gestión de los docentes investigadores y el impacto de la investigación de los CA, se tendrá el potencial de proporcionar una comprensión más profunda y matizada de los retos y oportunidades que enfrentan estos colectivos académicos, así como facetas clave en su gestión. Asimismo, permitirán enriquecer la comprensión de estos colectivos y, al mismo tiempo, proporcionar orientación valiosa para el desarrollo de políticas y prácticas destinadas a optimizar su papel en la generación de conocimiento y la mejora de la calidad educativa.

Referencias

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (Anuies) (2018). *Visión y acción 2030: propuesta de la ANUIES para renovar la educación superior en México*. https://visionyaccion2030.anuies.mx/Vision_accion2030.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (20 de abril de 2021). *Ley general de educación superior*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGES_200421.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (20 de agosto de 2021). *Diario Oficial de la Federación. Acuerdo 20/08/21*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5627244&fecha=20/08/2021#gsc.tab=0
- García, A. (2002). Tratamiento y análisis de la documentación. En D. Vizcaya Alonso (comp.), *Selección de lecturas: fundamentos de la organización de la información*. Universidad de La Habana.
- Gobierno de México (GOB) (s. f.). *Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el tipo superior S247 (PRODEP)*. <https://dgesui.ses.sep.gob.mx/programas/programa-para-el-desarrollo-profesional-docente-para-el-tipo-superior-s247-prodep>
- Guzmán, C. (2016). *Fundamentos y teorías sobre gestión del conocimiento*. Universidad de Cundinamarca. https://virtual.ucundinamarca.edu.co/udecvirtual/documentacion/esp_GSIG/gestion_del_conocimiento/fundamentos_y_teorias.pdf
- Hernández, J., Rodríguez, M., Cabrera, M. y Avendaño, M. (2019). *SIGI. Sistema de gestión de la investigación, una visión con acción*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. https://investigacion.unad.edu.co/images/Lineamientos_Netes_de_investigacion_22_07_2019.pdf
- Nonaka, I. y Takeuchi, T. (1995). *La organización creadora de conocimiento. Como las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. OXFORD University Press <https://masteradmon.files.wordpress.com/2013/04/la-organizacic3b3n-creadora-del-conocimiento-pdf.pdf>
- Miranda, M. y Jiménez V. (2022). Aproximaciones interpretativas al trabajo colegiado. *Controversias Y Concurrencias Latinoamericanas*, 13(23). <http://ojs.sociologia-alas.org/index.php/CyC/article/view/279>
- Peláez, D. (2021). Impacto de los Cuerpos Académicos en la capacidad y competitividad de la UAEM. *Inventio*, 14(32), 9–13. <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/143>
- Pérez, D., Atilano, P., Condés, J. F. y Hernández, J. (2020). Los cuerpos académicos como espacios para la formación y producción de conocimiento. Experiencias, narrativas, saberes y tensiones. *Márgenes, Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 1(3), 355-381. <https://revistas.uma.es/index.php/mgn/article/download/9400/10380>
- Secretaría de Educación Pública (SEP) (2015a). *Instituciones de Educación Superior*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/instituciones-de-educacion-superior>
- Secretaría de Educación Pública (SEP) (2015b). *Trabajo colegiado, estrategia de la Reforma Educativa para mejorar la calidad académica: Tuirán* (Comunicado 081). <https://www.gob.mx/sep/prensa/comunicado-081-trabajo-colegiado-estrategia-de-la-reforma-educativa-para-mejorar-la-calidad-academica-tuiran?state=published>

- Secretaría de Educación Pública (SEP) (2021). *Reglas de operación del programa para el desarrollo profesioanl docente para el ejercicio fiscal 2022* (anexo del acuerdo 39-12-21). [https://dgesui.ses.sep.gob.mx/sites/default/files/2022-01/ANEXO DEL ACUERDO 39 12 21.pdf](https://dgesui.ses.sep.gob.mx/sites/default/files/2022-01/ANEXO_DEL_ACUERDO_39_12_21.pdf)
- Secretaría de Educación Pública (SEP) (2022). *Registro y evaluación de cuerpos académicos. Convocatoria 2022*. https://dgesui.ses.sep.gob.mx/sites/default/files/2022-08/Registro%20y%20Evaluacion_CA.pdf
- Velázquez, H., Leyva, M. y Reyes, B. (2021). *Cómo afectó el distanciamiento de la educación presencial la consolidación de los cuerpos académicos*. IV Congreso Nacional de Investigación sobre Educación Normal. <https://antiguo.conisen.mx/Memorias-4to-conisen/Memorias/5568-3223-Ponencia-doc-.pdf>

Fátima Yaraset Mendoza Montero

Estudio en la Universidad Nacional Autónoma de México la Licenciatura en Contaduría. Realizó la maestría en Derecho Fiscal en la Universidad Humanitas. Es candidata a Doctora en Educación con Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento a través de la Universidad Virtual del Estado de Michoacán. Ha practicado la investigación desde el año 2013 donde después de 10 años (2023), cuenta con la distinción de perfil deseable. Cuenta con 13 años de experiencia en la docencia impartiendo materias del área de ciencias económico-administrativas. Es la directora general de la Revista IPSUMTEC. Actualmente se desempeña como directora del Instituto Tecnológico de Milpa Alta.

Arturo González Torres

Docente investigador del Tecnológico Nacional México/Instituto Tecnológico de Milpa Alta. Trabaja en el área de conocimiento de ciencias sociales, en el campo de Formación Docente y su línea de investigación se centra en Tecnologías de la Información, Investigación e innovación educativa. Es fundador de la revista arbitrada e indexada IPSUMTEC. En año 2014 obtuvo el galardón José Vasconcelos: Excelencia Académica 2014 otorgado por la asociación ALPES. En el año 2018 y 2019 obtuvo el galardón Excelencia Académica Online otorgado por la Universidad del Valle de México. En el año 2019 fue galardonado con la distinción: SAS Emerging Researcher. Actualmente pertenece al Sistema Nacional de Investigadores de CONACYT. Fue editor técnico del libro: Matemáticas 2. Cálculo Integral. Segunda Edición. Editorial MC GrawHill. Es director ejecutivo de la revista IPSUMTEC.

Vianey Ríos Romero

Se graduó de la licenciatura de Ingeniería en Gestión Empresarial con la especialidad de Negocios Internacionales; perteneciente al Tecnológico Nacional de México (TecNM) campus II. Cuenta con la Maestría en Calidad para la productividad con especialidad en si sigma, perteneciente a la UNIVIM. Cuenta con el Doctorado en TACS, también perteneciente a la UNIVIM. Cuenta con diversos diplomados en industria y administración. Catedrático e investigador en Instituciones públicas y privadas; ha publicado diversos artículos a nivel nacional e internacional. Coordinadora de “corrección de estilo” de la Revista internacional “IPSUMTEC”. Así mismo, se dedica al desarrollo y gestión de proyectos de innovación. Finalmente, es miembro de la Agencia de Docentes Nacionales (ADN).

Claudia Carolina Lacruhy Enríquez

Profesora de Tiempo Completo en Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos. Candidata a Investigadora Nacional por Sistema Nacional de Investigadores de CONACYT. Es miembro titular de la Academia Mexicana de Investigación Turística A.C. y sus líneas de investigación son la Gestión Estratégica y Agenda 2030; Modelos de Negocios para la Creación de Valor Compartido y su aplicación al Turismo.

Claudia Rodríguez Lara

Doctora en Gerencia y Política Educativa. Profesora investigadora de la Universidad Autónoma de Nayarit en los programas de Licenciatura en Ciencias de la Educación y Maestría en Educación. Profesora en la Universidad Pedagógica Nacional en los programas de Licenciatura en Pedagogía y Maestría en Educación Básica. Especialización e investigación en Política e Investigación Educativa. Publicaciones en libros y revistas nacionales e internacionales.

Sandra Yarely Rojas García

Doctora en Gestión Educativa. Maestra de Educación Especial en Educación Básica. Profesora de la Universidad Pedagógica Nacional en diversos Programas de Licenciatura y Maestría; coordinadora de las Licenciaturas de Nivelación Profesional para Docentes en Servicio y de Movilidad Académica. Diseñadora y Tutora en Ofertas de Formación Docente validadas por la Coordinación Estatal de Formación Continua y USICAMM Nacional. Coautora en publicaciones nacionales e internacionales.

Héctor Torres Ríos

Doctor en Formación Didáctica. Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Nayarit en la Licenciatura en Ciencias de la Educación. Especialización en Currículum y Educación Superior; investigación en Neuroeducación y Formación para la Investigación. Libro Procesos de Formación en 2019; capítulo de libro La Universidad Autónoma de Nayarit y la Protección de los Derechos Universitarios y Ludotecas UAN en tu Comunidad en 2020.

Jesús Yair Lara Reyes

Estudiante de último semestre de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En su proyecto de titulación diseñó un algoritmo de evasión de obstáculos para un robot aéreo no tripulado utilizando información de una cámara de profundidad bajo la dirección del Dr. Francesco García Luna.

Francesco Garcia Luna

Ingeniero Industrial por el Tecnológico de La Paz (ITLP) en 2013; Maestro en Ciencias en Robótica y Manufactura Avanzada por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) en el 2016; y Doctor en Tecnología por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) en 2023. Actualmente sus intereses se basan en robótica móvil, visión y navegación autónoma.

Manuel Nandayapa

Ingeniero Electrónico por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en 1997; Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica por el CENIDET en el 2003; y Doctor en Ingeniería en Energía y Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Nagaoka en 2012. Además, trabaja con el departamento de Ingeniería Industrial y de Manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Actualmente sus intereses se basan en sistemas mecatrónicos, control e interfaces hápticas.

Iscander Armando Ramírez Castañeda

Docente y directivo del Tecnológico Nacional México/Instituto Tecnológico de Torreón, con estudios de Doctorado en Excelencia Docente y en Ciencias Administrativas. Área de conocimiento de investigación multidisciplinaria, en campos de Educación, Humanidades y Ciencias Administrativas. Miembro activo revista IPSUMTEC como coordinador de edición, estilo y revisor experto; socio activo Red Internacional para la Innovación de la Educación a Distancia. Perfil Deseable 2016 a 2019.

José Omar Saldívar Correa

Docente y directivo del Tecnológico Nacional México. Ocupando diversos cargos directivos, como la Jefatura del Departamento de Recursos Materiales y Servicios en Instituto Tecnológico de Tláhuac II, Jefatura del Departamento de Comunicación y Difusión en Instituto Tecnológico de la Laguna, Subdirección de Servicios Administrativos en Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero, Dirección en Instituto Tecnológico de Torreón y Dirección en Instituto Tecnológico de La Laguna.

Iván Martínez Mendoza

Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, egresado del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Con 14 años de experiencia docente en universidades como: Universidad Tecnológica Paso del Norte, Universidad Tecmilenio y el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Más de 8 años de experiencia en el sector industrial. Director de más de 40 proyectos de mejora en el área de Lean Six Sigma Green Belt.

Ulises Martínez Contreras

Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones. Egresado de la Universidad Estatal de Colorado, Fort Collins, Colorado. U.S.A. Cuenta con más de 20 años de experiencia docente en prestigias universidades como lo son: Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez en Cd. Juárez Chihuahua México, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey campus Ciudad Juárez, Universidad Estatal de Colorado en Fort Collins Co. USA, Instituto Tecnológico de Tláhuac II en CDMX. Cuenta con experiencia profesional tanto en el sector público como el privado

Jaime Sánchez Leal

Doctor en Filosofía en el Área de Ingeniería Industrial y Maestría en Ciencias en Matemáticas en la Universidad Estatal de Nuevo México. Además, Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial y Licenciatura en Ingeniería Industrial con opción en Electrónica en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ). Director, Subdirector Académico, Subdirector Administrativo, Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, Profesor Investigador del ITCJ por más de 40 años. Área de especialidad es Estadística Aplicada, Optimización Experimental robusta y Programación Matemática. También es autor de dos libros de estadística y diseño de experimentos, además de autor y coautor de más de 70 artículos publicados en congresos y revistas internacionales. Distinción de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) al mérito académico 2018, de la región I. Actualmente, miembro del Sistema Nacional de Investigadores y profesor del ITCJ y de la Universidad de Texas en El Paso (UTEP).

María Luisa López Roa

Originaria de Ciudad Obregón, Sonora, México, estudió la carrera de Licenciatura en Administración en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, en Ciudad Obregón, Sonora, obtuvo el grado de Maestra en Relaciones Económicas Internacionales y Cooperación por la Universidad de Guadalajara y el de Doctora en Administración Pública por el Instituto Sonorense de Administración Pública, A. C.; cuenta con una experiencia profesional de ocho años en el sector educativo en el área de ciencias económico administrativas e ingenierías, asimismo, se ha desempeñado desde hace cinco años como administradora de sistemas de gestión de la calidad, consultora y auditora de laboratorios de sanidad acuícola en el 75 % de los laboratorios acreditados en el estado de Sonora bajo la NMX-EC-17025-IMNC-2018.

Rigoberto Reyes Valenzuela

Originario de Huatabampo, Sonora, México, estudió la carrera de Licenciatura en Sistemas Computacionales en la Universidad de Occidente, en Los Mochis, Sinaloa, obtuvo el grado de Maestro en Administración por la Universidad de Sonora, y actualmente estudia el doctorado en Tecnología Educativa, en la Universidad Davinci; cuenta con una experiencia profesional de 30 años en el sector educativo nacional del área tecnológica, en provincia se desempeñó como Director del Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz y cómo Subdirector en los Institutos Tecnológicos de: Huatabampo, Sonora, Ciudad Jiménez, Chihuahua y Valle del Yaqui en Bácum, Sonora, México.

Iván Guadalupe Polanco Valenzuela

Originario de Ciudad Obregón Sonora. Estudió la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información en la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora en Ciudad Obregón, Sonora, Maestrante en Telecomunicaciones y Redes por la Universidad la Salle Noroeste. Cuenta con 17 años de experiencia en el área de Tecnologías de la Información en el sector público y privado. En su trayectoria profesional se ha desempeñado principalmente como desarrollador de software, destacando proyectos para sistemas UNIX y administrando Sistemas de bases de datos para plataformas Linux. Ha administrado redes alámbricas e inalámbricas y cuenta con experiencia trabajando con fibra óptica y radio enlaces de largo alcance. En el sector público cuenta con 8 experiencia docente impartiendo materias relacionadas al desarrollo de software y bases de datos. Ha forjado una carrera administrativa de 13 años en el departamento de centro de cómputo como jefe de departamento y jefe de oficina

María Luisa Pereira Hernández

Docente investigadora de tiempo completo de la Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa (UPES) trabaja en el área de conocimiento de ciencias sociales, en el campo de Formación Docente y su línea de investigación se centra en Tecnologías de la Información, Investigación e innovación educativa. Actualmente, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores de CONAHCYT y es integrante del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos, asimismo, es responsable del Semillero de Investigación: “Innovación Tecnológica Educativa (ITE)”, donde trabaja los temas de investigación: “Ciberviolencia del estudiantado al docente” y “El humanismo digital en la educación a distancia”, además participa como miembro activo de la revista IPSUMTEC y de la Redlate.

Virginia Mirella Zatarain Avendaño

Maestra en Educación en el campo de Intervención Pedagógica y Aprendizaje Escolar por la Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa (UPES). Actualmente se desempeña como maestra de asignatura en la Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa en las licenciaturas de Pedagogía y Educación y en la Universidad Autónoma de Occidente (UadeO) en la licenciatura en Psicología. Es integrante del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos del Gobierno del Estado de Sinaloa y Coordinadora del Semillero de Investigación Innovación Tecnológica Educativa de UPES. Sus líneas de investigación son formación inicial y continua del profesional de la educación y Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Milpa Alta: *15 años de excelencia académica, logros, contribuciones y transformación de vidas*

Se terminó de editar en noviembre del 2023 en los talleres de Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. CENID AC Pompeya # 2705. Colonia Providencia C.P. 44670 Guadalajara, Jalisco. México Teléfono: 01 (33) 1061 8187



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Aniversario

TECNM®



CONAHCYT

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE



ASOCIACIÓN CIENTÍFICA PARA LA EVALUACIÓN Y MEDICIÓN DE LOS VALORES HUMANOS

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Editorial Cenid