







ESPACIO I+D, INNOVACIÓN MÁS DESARROLLO

Vol. XV, Febrero 2026. **N.º 43** • **ISSN: 2007 - 6703**











Revista Digital de la Universidad Autónoma de Chiapas
Indizada en los catálogos de Latindex, BIBLAT, CLASE, SIC, Actualidad Iberoamericana, REDIB, DOAJ, MIAR, Biblioteca COLMEX, Scilit y AmeliCA.

ESPACIO I+D, INNOVACIÓN MÁS DESARROLLO
Febrero 2026, Vol. XV, N.º 43.

Registrada en **Latindex, BIBLAT, CLASE, Actualidad Iberoamericana**, **Sistema de Información Cultural de la Secretaría de Cultura**, **REDIB, DOAJ, MIAR, Biblioteca COLMEX** y **SCILIT.**

Es una revista digital de divulgación científica y cultural de carácter multidisciplinario de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH),
cuenta con una periodicidad cuatrimestral y registro:

Reserva: 04-2022-070614023200-102
ISSN: 2007-6703

Secretaría de Identidad y Responsabilidad Social Universitaria

Directora General-Mónica Guillén Sánchez

Editora Responsable-Silvia E. Álvarez Arana

Editora Ejecutiva-Jenny Ivette Gómez Hernández

Diseño Editorial y Apoyo Técnico Editorial-Joshep Fabián Coronel Gómez

Desarrollador Web y Soporte Técnico Editorial-Héctor Daniel Niño Nieto

Traducción General-Alanis Berenice Ovalle Aguilar

Boulevard Belisario Domínguez, Km. 1081, sin número, Terán,
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 29050.

www.espacioimasd.unach.mx

Contacto: espacioimasd@unach.mx

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.

Comité Editorial

Alexandra Mulino • Universidad Central de Venezuela
Alfredo Briones Aranda • Universidad Autónoma de Chiapas
Ana Alejandra Robles Ruiz • CESMECA- Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Ana Almansa • Universidad de Málaga España
Carlos Alberto Noriega Guzmán • Universidad Autónoma de Baja California
Christian Maythe Santiago Bartolomé • Instituto de Elecciones y Participación Ciudadana/UNACH
Diana Leslie Mendoza Robles • Universidad Autónoma de Chiapas
Dorian Francisco Gómez Hernández • Universidad Autónoma de Chiapas
Eduardo Torres Alonso • Universidad Nacional Autónoma de México
Emilio Rodríguez Macayo • Universidad Autónoma de Chile. Sede Talca
Flora Eugenia Salas Madriz • Universidad de Costa Rica
Gabriel Castañeda Nolasco • Universidad Autónoma de Chiapas
Gerardo Núñez Medina • Colegio de la Frontera Norte
José Bastiani Gómez • Universidad Intercultural de Chiapas
José Martínez Torres • Universidad Autónoma de Chiapas
Karen Caballero Mora • Universidad Autónoma de Chiapas
Lorenzo Franco Escamirosa Montalvo • Universidad Autónoma de Chiapas
Lucía Tello Peón • Universidad Autónoma de Yucatán
María Eugenia Aguilar Álvarez • Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (DGETAyCM)
Mayra Isabel de la Rosa Velázquez • Universidad Autónoma de Sinaloa
Miguel Abud Archila • Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. México
Natacha Coca Bernal • Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, Cuba
Sandra Aurora González Sánchez • Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Sarelly Martínez Mendoza • Universidad Autónoma de Chiapas
Sandra Isabel Ramírez González • Universidad Autónoma de Chiapas
Segundo Jordán Orantes Albores • Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Ottmar Raúl Reyes López • Academia de Química y Biología en la UPIITA del IPN
Víctor Darío Cuervo Pinto • Instituto Politécnico Nacional-UPIITA

Asesor:
Orlando López Báez • Universidad Autónoma de Chiapas

Coordinación y gestión operativa
Silvia E. Álvarez Arana • silvia.alvarez@unach.mx
Jenny Ivette Gómez Hernández • jenny.gomez@unach.mx

Instructivo de publicación:
https://www.espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/Instrucciones

ÍNDICE

Editorial 5

Artículos

I Notice, I Wonder. Estrategia pedagógica para el desarrollo de la comprensión a profundidad y la problematización 7

La política educativa en México: análisis de la Educación Cívica en el estado de Puebla 24

Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza: análisis documental 38

Síntesis de óxido de zinc mediante el método hidrotermal: efecto del tiempo de envejecimiento 54

Neurotecnología en la enseñanza superior: Un análisis de atención y emoción con eye tracking 78

Impacto motivacional de la gamificación en los estudiantes de educación superior desde la mirada de los hispanohablantes

Deshidratación osmótica de *Mangifera* indica L. var. Oro con alta calidad sensorial 106

Invaginación intestinal secundaria a un tumor de GIST en una niña

Relación entre el estrés académico, trastornos alimenticios y salud mental en Estudiantes Universitarios 116

EDITORIAL

Apreciados miembros de la comunidad universitaria, docentes, lectores, colaboradores y colaboradoras: cumpliendo con nuestra periodicidad y razón de ser, les saludamos cordialmente, al tiempo que agradecemos que nos hayan acompañado ya en estos trece años de publicación ininterrumpida. Damos la bienvenida a este 2026 con nuestro volumen 15 de la Revista de Divulgación Científica Espacio I+D Innovación más Desarrollo, correspondiente al periodo de febrero a junio de 2025.

Este año hemos testificado el pronto avance de la inteligencia artificial, cómo se han replanteado y cuestionado paradigmas de la investigación y la publicación académica, por lo ello nuestras políticas editoriales han sufrido algunas modificaciones menores, como parte de la apertura a la ya no tan nueva tecnología, pero sobre todo al respeto por la inteligencia y creatividad humana; las modificaciones se pueden consultar en el apartado Instrucciones para publicar.

En este número ponemos a su disposición artículos de diversas disciplinas provenientes de universidades nacionales, tales como: I Notice, I Wonder. Estrategia pedagógica para el desarrollo de la comprensión a profundidad y la problematización, La política educativa en México: análisis de la Educación Cívica en el estado de Puebla, Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza: análisis documental, Síntesis de óxido de zinc mediante el método hidrotermal: efecto del tiempo de envejecimiento, Neurotecnología en la enseñanza superior: Un análisis de atención y emoción con eye tracking, Impacto motivacional de la gamificación en los estudiantes de educación superior desde la mirada de los hispanohablantes, Deshidratación osmótica de *Mangifera* Indica l. Var. Oro con alta calidad sensorial, Invaginación intestinal secundaria a un tumor de GIST en una niña y Relación entre el estrés académico, trastornos alimenticios y salud mental en Estudiantes Universitarios.

Desde este lugar de difusión del conocimiento y la cultura de nuestra Benemérita UNACH, esperamos seguir contribuyendo con calidad editorial, como hasta ahora, a la comunicación de la ciencia por el desarrollo humano. Finalmente, este año les invitamos a leernos y a colaborar en nuestros próximos números. Desde la Dirección Editorial, el equipo que realiza la Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo, les deseamos un venturoso 2026.

«*Por la conciencia de la necesidad de servir*»

Equipo editorial

Revista Espacio I+D, Innovación más Desarrollo

Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas

ARTÍCULOS

Recepción: **Octubre 9, 2024** | Aceptación: **Octubre 3, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

I Notice, I Wonder. Estrategia pedagógica para el desarrollo de la comprensión a profundidad y la problematización

I Notice, I Wonder. Pedagogical strategy for deeply understanding and problematizing

—

Gloria Araceli García-Miranda[1]
gloriagarciamiranda810@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0310-4185

Kátia Cilene Da Silva Moura[2]
katiacs@ufersa.edu.br
ORCID: 0000-0003-1021-0442

1 Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, Estado de México, México

2 Departamento de Computação, Centro de Ciência Exatas e Naturais Universida de Federal Rural do Semiárido. Mossoró, RN, Brasil

Para citar este artículo:
García Miranda, G. A., & Da Silva Moura, K. C. I Notice, I Wonder. Estrategia pedagógica para el desarrollo de la comprensión a profundidad y la problematización. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a01

RESUMEN

La estrategia de aprendizaje *I Notice, I Wonder* fue desarrollada por The Math Forum y en esencia, funciona como un andamio para promover el razonamiento basado en la evidencia acerca de: a) las matemáticas y b) el pensamiento matemático del estudiante, aunque su uso se ha extendido más allá de las matemáticas y tiene una gran difusión en los Estados Unidos, principalmente con niños de primaria para introducirlos en un tema específico. El presente trabajo documenta la experiencia educativa de la aplicación de la estrategia *I Notice, I Wonder* en ambientes de estudiantes y profesores de medicina, particularmente en el curso curricular de Salud Global y se presenta una lista de cotejo confeccionada para su evaluación. Asimismo, a través del análisis narrativo del diario de aprendizaje de los estudiantes y de los comentarios escritos por los profesores, se confirma la utilidad de la estrategia como un medio para detonar la capacidad problematizadora. No obstante, requiere de una co-construcción, habilidades básicas para la escritura y el análisis crítico por parte de los alumnos y de disposición de los profesores de medicina para formarse en la estrategia.

Palabras clave*:*

"I Notice, I Wonder"; wondering; noticing; problematize.

— Abstract—

I Notice, I Wonder learning strategy was developed by The Math Forum, and it works essentially as a scaffold to promote evidence-based reasoning about a) mathematics and b) the student's mathematical thinking, although its use has extended beyond mathematics and is widely used in the United States, mainly with elementary school children to introduce them to some specific topic. This paper documents the educational experience of applying the *I Notice, I Wonder* strategy in environments with medical students and teachers, particularly in the Global Health curricular course. A checklist is also presented for its evaluation. Through a narrative analysis of a student's learning journal and written comments by teachers, the usefulness of the strategy is confirmed as an aid to trigger the problematizing competence; however, it requires a co-construction, basic writing skills and critical analysis from students and a willingness from medical teachers in order to get training on the strategy.

Keywords:

"I Notice, I Wonder"; wondering; noticing; problematize.

En el presente trabajo se describe una experiencia en torno a la aplicación y resultados educativos de la estrategia *I Notice I Wonder* (*Noticing and Wondering o Darse Cuenta y Preguntarse*). El proceso de construcción pedagógica comenzó con el hecho de que la autora ministrante (García-Miranda, GA) tuvo su primer contacto con la estrategia en el MOOC Introduction to Data Wise: A Collaborative Process to Improve Learning y Teaching (Universidad de Harvard, USA; 2015), el cual se empleaba junto con otras técnicas para analizar, interpretar y reflexionar acerca un conjunto de datos, generalmente numéricos.

Al principio, la estrategia se percibió personalmente un poco repetitiva, ya que se empleaba en todas las unidades temáticas del curso referido. No obstante, la reflexión acerca de la estrategia, permitió valorar de mejor manera su potencial didáctico. A partir de esta experiencia y reflexión en la práctica, se decidió implementar la estrategia en el curso de Salud Global con estudiantes de medicina en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el resultado fue alentador, ya que los alumnos refirieron que el ejercicio llamó su atención y que veían en la estrategia una manera diferente de analizar un texto. A partir de ese resultado y de la experiencia de aplicación en varios grupos de estudiantes, se decidió emplearla posteriormente en cursos de formación docente en medicina y, finalmente, se desarrolló un instrumento de evaluación de los resultados obtenidos.

Con la idea de conformar un marco de referencia acerca del empleo y utilidad de la estrategia educativa, se realizó una búsqueda convencional con los términos "I Notice, I Wonder" y se revisaron diversas páginas en internet en las que se fomenta el uso de la estrategia y también promocionan la venta de cartas de apoyo para ser utilizadas en clase en escuelas primarias. Del contenido de las páginas revisadas, se observó que la estrategia se usa esencialmente para que los niños registren sus pensamientos, para identificar la ayuda que necesitan los estudiantes, obtener información o aclarar algo que no se entiende, para aprender a observar y concentrar la atención, así como para desarrollar la creatividad y la capacidad de cuestionamiento. En particular, se observa que la estrategia se utiliza para ayudar a los niños a desarrollar el pensamiento crítico y resolver problemas en materias de estudio como matemáticas y escritura. Igualmente, para promover la observación explícita y el cuestionamiento abierto.

Asimismo, la estrategia *I Notice, I Wonder* fue propuesta por el Centro K20 para la Renovación Educativa y Comunitaria en Oklahoma como una estrategia educativa que ayuda a los estudiantes a crear buenas preguntas a partir de la información disponible al escribir lo que notan y lo que se preguntan sobre un nuevo tema (K20, 2020). También refieren que la técnica puede ser utilizada para introducir a los estudiantes a un concepto, cuestión o idea (K20, 2022).

Haciendo una búsqueda bibliográfica avanzada acerca de la aplicación y evaluación de la estrategia didáctica en artículos de investigación, se observó que existen pocos trabajos de evaluación didáctico-pedagógica de la estrategia *I Notice, I Wonder*, particularmente en la educación superior.

También fue asombroso descubrir que la estrategia fue desarrollada por The Math Forum para la enseñanza de las matemáticas y que actualmente su aplicación se haya extendido a otras áreas de enseñanza y niveles educativos. En Garret y Matranga (2020), la estrategia *I Notice, I Wonder* en la enseñanza de las matemáticas funciona como un andamio para desarrollar el razonamiento basado en la evidencia acerca de las propias matemáticas y el pensamiento matemático del estudiante.

Los mismos Garret y Matranga (2020), a partir de un análisis conceptual que contrasta la enseñanza tradicional centrada en la información y las habilidades (paradigma estrecho) versus un paradigma ampliado centrado en el Acceso al Discurso y Prácticas (ADP), presentan la experiencia educativa de la aplicación de *Noticing and Wondering*. Los autores consideran que lo novedoso de su contribución se ubica en el contexto de la educación K-12 en Estados Unidos y comparten las reflexiones derivadas del uso sistemático y a largo plazo de estas dos frases pedagógicas que fomentan el pensamiento y el discurso. Los autores conceptualizan el *Darse Cuenta* y *Preguntarse* como referente de enfoques instruccionales que se centran en el uso de este conjunto de frases sobre bases coherentes.

Se asevera que *Noticing and Wondering* es una estrategia pedagógica innovadora con efectividad documentada en la educación matemática, aunque representa una promesa para otros campos de estudio en la adopción de un *paradigma del discurso y prácticas de aprendizaje* y, por lo tanto, puede ser generalizable más allá de las aulas K-12. Los autores también argumentan que es mayormente prometedora para los estudiantes multilingües. Consideran que *Noticing and Wondering* es una herramienta cultural y lingüísticamente sensible, ya que puede ayudar también a los profesores a responder eficazmente a las competencias y necesidades de todos los estudiantes. Se sostiene que *Darse Cuenta y Preguntarse* tiene el potencial de generar un entorno de aprendizaje democrático en el que todos los alumnos tienen la oportunidad de participar y aprender, incluso en los casos en los que los estudiantes pueden sentir que no son tan inteligentes como los demás en la clase. La accesibilidad de *Noticing and Wondering* orienta de forma inmediata a profesores y alumnos hacia un acceso igualitario de todos los estudiantes al razonamiento sofisticado y al uso del lenguaje.

Noticing and Wondering por su propia naturaleza, según Garret y Matranga (*opus cit*), crea un conducto para la relevancia cultural en el aula y el reconocimiento de los conocimientos previos y los actuales, ya que *Noticing and Wondering* serán expresiones de lo que los alumnos encuentran personal y culturalmente importante. Cuando los profesores invitan a los alumnos a darse cuenta y a preguntarse, su cultura y sus discursos familiares tienen un lugar en la comunidad del aula, incluso antes de que el profesor reconozca la aportación del estudiantado, el acto de solicitar a dichos estudiantes que muestren lo que ellos ya conocen o piensan acerca de un tema es un poderoso catalizador del pensamiento, lo cual es relevante para el desarrollo del compromiso de los estudiantes.

Por otro lado, Plutino (2021) señala que la motivación para aprender comienza con el asombro y que el cuestionamiento trasciende a la curiosidad, la cual define como el impulso de explicar lo inesperado (citando a Piaget, 1969) y como el impulso de saber más (citando a Engel, 2011) cuando los estudiantes se preguntan, expresan el deseo de saber lo que no saben, así como lo que ya saben. La autora indica que *I Notice, I Wonder* se ha utilizado con eficacia en la escuela primaria en varias materias, principalmente en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, aunque su trabajo ilustra cómo esta estrategia educativa puede ofrecer también una oportunidad en la enseñanza de las lenguas extranjeras modernas, debido principalmente a que existe el problema educativo de que cada vez es más difícil que el el estudiantado se pregunte acerca de estos idiomas. La autora propone realizar actividades de extensión (como el montaje de una ofrenda de día de muertos para el aprendizaje de español) y vincularlas a la "Pedagogía Wonder", ya que observa que cuando se usa dicha estrategia, se mejora el interés y el aprendizaje, ya que los aprendientes llegan a ser agentes de su propio aprendizaje construyendo un conjunto de preguntas planteadas por ellos mismos. La autora asevera que la estrategia es una actividad que supera la imagen estereotipada del aprendizaje de idiomas y, en cambio, permite al estudiantado "pensar fuera de la caja" mientras establecen conexiones con otros temas y sus formas de abordarlos. Plotino (*opus cit.*) propone reforzar las actividades como esta en diferentes niveles educativos y crear una red entre escuelas y universidades para inspirarse mutualmente y así compensar las fallas de un plan de estudios de idiomas demasiado rígido y orientado a la evaluación.

Por otra parte, el trabajo de Anderson y Dobie (2022) examina el cómo funciona el uso de las raíces de oraciones, "Noto" y "Me pregunto", para fomentar un debate productivo en sesiones asincrónicas de un curso en línea para profesores de jardín de niños de segundo grado (K-2). Con base en las respuestas de los profesores a las reflexiones de sus pares en el salón, se buscó evidencia acerca de cómo las indicaciones del curso que alientan a los profesores a utilizar estas raíces influyen en los tipos de contribuciones que ofrecen. Las autoras consideran que el incitar a los docentes a compartir lo que "Notan" y lo que "Se preguntan" acerca de las representaciones de la actividad en el aula, constituye una ruta prometedora para futuras investigaciones y prácticas en torno a la percepción de los docentes tanto en línea como fuera de línea. Asimismo, consideran que los resultados ofrecen evidencia alentadora de que "Noto" y "Me pregunto" pueden respaldar oportunidades de aprendizaje en las que los docentes al responderse unos a otros están expuestos a una mayor variación de perspectivas e ideas, además de generar impactos significativos en el aprendizaje y el discurso docente.

Los mecanismos de evaluación de los resultados de la estrategia *I Notice, I Wonder*, también han sido diferentes. En el trabajo de Lowe, Prout y Murcia (2013) utilizaron un diario reflexivo como parte de una experiencia de intercambio docente. Cinco maestros seleccionados de Australia Occidental participaron en un proyecto de tutoría con maestros en Tanzania. Los maestros australianos pasaron un mes integrados en las escuelas primarias y secundarias locales, trabajando en colaboración con sus homólogos de Tanzania. Como estrategia para dar sentido a sus experiencias, se pidió a cada maestro que mantuviera un diario reflexivo, utilizando la rutina de *pensamiento visible de Harvard de "ver, pensar, cuestionarse"* como una estructura crítica para guiar la escritura de su diario. El propósito central de la investigación fue discutir la efectividad del diario reflexivo como recurso para que los maestros otorguen sentido a su práctica docente, especialmente en situaciones de enseñanza desafiantes o conflictivas, así como valorar la utilidad del enfoque de Harvard para estructurar el proceso reflexivo, como parte de un modelo basado en la acción.

Así también, el trabajo de Watson (2002) describe la experiencia de aplicación de la estrategia en un proceso de formación docente con profesionales y practicantes. Para evaluar la influencia del ejercicio, los profesores redactaron un diario en el que registraron su reflexión en la práctica y los pensamientos derivados de *I Notice, I Wonder*. El análisis narrativo de los diarios en su conjunto y de las narrativas de cada participante llevó al autor a desarrollar una reflexión propia acerca de lo que notaba en la narrativa de los participantes. Por ejemplo, ciertas tendencias y preocupaciones docentes: una profesora se preguntaba genuinamente acerca de cómo conectarse con los niños, cómo relacionarse con ellos (si había sido relevante, empática, confusa, si logró entender los chistes que hacen los jóvenes y viceversa). El análisis y retroalimentación de los diarios de los participantes condujo al autor a emplear las herramientas gemelas de "Notar" y "Preguntarse" en una reflexión acerca de la práctica docente propia y la de sus estudiantes (profesores en formación).

Por su parte, Anderson y Dobie (*opus cit*) en un curso a distancia siguieron un enfoque de *análisis de discurso* construyendo categorías a partir de los foros de discusión entre profesores, ya que en diversos segmentos del curso se solicitaba a los profesores que respondieron a las publicaciones de reflexión de sus colegas.

Para hacer aún más evidente el espectro de potencialidad de *I Notice, I Wonder* se puede citar el trabajo de Dobie y Anderson (2021), en el que las autoras elaboran un análisis y una guía detallada acerca de cómo la observación y la pregunta pueden ayudar a enmarcar las conversaciones importantes que se están dando en las escuelas. Por ejemplo, el pensamiento de los estudiantes, el poder y la participación y la demanda cognitiva de las tareas. Asimismo, sugieren algunos contextos específicos en los que también se pueden usar "me doy cuenta" y "me pregunto", tanto en espacios presenciales como virtuales.

Así pues, existe evidencia de que el ejercicio de "Notar" y "Preguntarse" tiene posibilidades para emplearse en diversos escenarios y niveles educativos, aunque se cuente con poca evidencia científica, en particular en la educación superior. Al respecto, una de las conclusiones de Garret y Matranga (2020) es que la estrategia *I Notice, I Wonder* podría aplicarse ampliamente en la ciencia y se generaría un beneficio si se realizara un estudio empírico de su impacto. A su vez, Anderson y Dobie (2022) aseveran que, aunque se han comenzado a publicar trabajos recientes en torno a la utilidad de *I Notice, I Wonder*, la base de la investigación empírica que vincula "Me doy cuenta" y "Me pregunto" con los procesos de aprendizaje de los docentes sigue siendo escasa. Las autoras, a partir de lo propuesto por Fukawa-Connelly et al. (2018) y a Roller (2019) convienen en que los estudios previos han sugerido que incitar a los docentes a "observar" y "preguntarse" puede influir en el contenido y la forma de su participación en las conversaciones sobre la instrucción, aunque, la profundidad y sistematicidad de estas asociaciones no está clara. Asimismo, aseveran que, aunque parezca que las raíces "Noto" y "Me Pregunto" hablan por sí solas, no se sabe con qué frecuencia los profesores retoman estas frases, cómo se usan realmente y cómo dicho uso podría relacionarse con desafíos comunes a la hora de fomentar el diálogo en entornos de desarrollo profesional docente.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A lo largo de la experiencia docente en medicina, nos hemos percatado que cuando se cuestiona a los estudiantes acerca de algún tema, problema o situación, la respuesta es habitualmente una opinión o una anécdota, sin importar si el ejercicio se trata de analizar, sintetizar, argumentar u otra forma discursiva. Asimismo, por una situación fomentada también desde el currículum, plantean preguntas de investigación sin problematizar, al margen de la teoría o solo emulando alguna investigación previa. La situación se ha complejizado con el hecho de que tras la pandemia, los estudiantes tienen mayores dificultades para socializar sus pensamientos y exponer en público. Además, cuando se revisan casos en los que se requiere de una visión holística del problema, sus aportes tienen una mirada reduccionista y se tratan desde una lógica clínica. Este contexto es el que nos animó a aplicar la estrategia *I Notice, I Wonder* como medio para, ineludiblemente, tomar un punto de referencia desde el cual se cuestiona y para facilitar la problematización, así como la organización y socialización de los pensamientos.

En el presente trabajo se da a conocer la evidencia empírica del desarrollo de la estrategia *I Notice I Wonder*, así como un instrumento de evaluación *ex profeso*. Se discute su potencialidad y logros educativos y se comparten las reflexiones pedagógicas en torno a la estrategia seguida en el área médica con estudiantes de diferentes grupos del curso "Salud Global" en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, de la UNAM. Además de un grupo de formación de profesores en la

UNAM y otro grupo de formación de profesores de la Universidad Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, Brasil.

Objetivo

Describir la experiencia de aplicación, evaluación y potencialidad pedagógica de la estrategia *I Notice, I Wonder* en escenarios de formación médica tanto con estudiantes del curso de Salud Global como con profesores de medicina.

Metodología

Participantes

La estrategia *I Notice, I Wonder* se ha empleado en el curso "Salud Global" de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM (México). En un curso de formación docente dentro de la UNAM y, recientemente, en la Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), en el curso de formación de profesores *Estratégias de Ensino-aprendizagem Innovadoras* (UFERSA: 2022), en el cual se desarrolló un conjunto de estrategias innovadoras orientadas a aprender a problematizar, tomar decisiones y desarrollar otros modelos de representación del conocimiento y realidades sociales.

Método

Investigación cualitativa. Observación participante longitudinal en ocho cursos de "Salud Global" para estudiantes de medicina y en dos cursos de formación de profesores. Construcción de una lista de cotejo para evaluar los ejercicios realizados por el estudiantado, la cual, posteriormente se piloteó en un ejercicio de coevaluación entre estudiantes, como se puede ver en la Figura 1, con la idea de identificar el funcionamiento del instrumento, dificultades u omisiones, así como la opinión general de los estudiantes. A partir de los resultados del pilotaje, se actualizó el instrumento de evaluación. Análisis de contenido a partir de los diarios de aprendizaje de los estudiantes del curso "Salud Global".

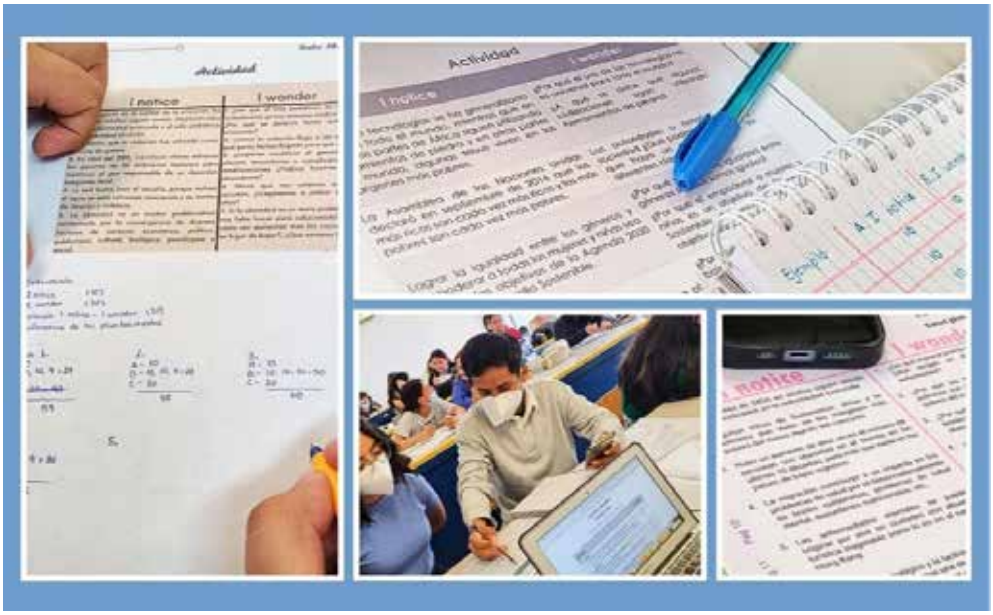


Figura 1. Ejercicio de coevaluación por los estudiantes, realizado con la idea de hacer una prueba piloto de la lista de cotejo

Instrucción para el desarrollo de la estrategia

En la versión K20, los estudiantes escriben cosas que notan y cosas que se preguntan sobre un tema que solo se les ha presentado brevemente. Después comparten algunas de estas cosas con los compañeros de clase y se crea una lista de todo el grupo que se puede consultar todo el tiempo mientras dura la actividad. Una vez que completan la tarea, los estudiantes vuelven a sus preguntas y a las preguntas que querían que se respondieran al principio, para asegurarse de que todas hayan sido respondidas (K20, 2020). Esta instrucción es diferente en los antecedentes teóricos revisados, por ejemplo, la instrucción dada por Anderson y Dobie (2022) para fomentar el diálogo asincrónico entre los profesores en un curso de formación docente online: "Elija al menos, las reflexiones de dos colegas para comentar. Para cada una de las dos reflexiones, intente utilizar las indicaciones "Noto..." y "Me pregunto...". Otra de las indicaciones fue "Lea al menos las reflexiones de otros dos colegas. Comparta una nueva idea o pregunta que tenga después de leer dichas reflexiones. Si han hecho una pregunta o han planteado un desafío, ayúdelos a generar algunas ideas".

En nuestra experiencia, se solicitó al alumnado que realizara una lectura de un artículo relacionado con los fundamentos de la salud global (García-Miranda: 2019) y después se solicitó que a partir de las partes del artículo que más les hayan sorprendido de la lectura, usaran las frases *I Notice, I Wonder* para mostrar los eventos que les han sorprendido y las cuestiones que la lectura les genera. Esta estrategia la empleamos en el curso de "Salud Global" a manera de evaluación

formativa para identificar el nivel de comprensión o compenetración con la lectura que logró el estudiantado, ya que una práctica común de los estudiantes es que resuelven una tarea de análisis de un texto leyendo el documento, marcando lo que les parece más importante, pero en el momento de hacer el análisis en grupo o por escrito, habitualmente solo hacen paráfrasis de lo leído.

La estrategia podría emplearse también como parte de un ejercicio de lectura compartida de una nota breve con la idea de llevar a cabo la discusión de un tema o situación problemática y también para visualizar de manera preliminar los contenidos de un tema o cuando ya se ha revisado el tema previamente, la imagen puede ayudar a hacer una síntesis del tema y para problematizar la situación y descubrir la importancia del tema revisado. En la Tabla 1 se sugieren los recursos didácticos que pueden ser utilizados de acuerdo con el objetivo particular de aprendizaje.

Tabla 1

Recursos para el desarrollo de la estrategia I Notice, I Wonder según el propósito de aprendizaje

Propósito	Recurso didáctico
Introducir al estudiante en algún concepto, tema o idea.	Nota corta de un periódico, video o imagen llamativa.
Evaluación formativa acerca de la comprensión de un texto.	Artículo o texto de regular extensión.
Identificar aspectos de interés para el estudiantado.	Texto de extensión corta o regular.
Problematizar un evento o realidad.	Reseña de un hecho, imagen con texto descriptivo breve, un caso en diferentes formatos.

Para registrar las propuestas se pidió al participante elaborar un gráfico "T" o una tabla con una etiqueta sobre la columna izquierda que diga "I Notice" y con una etiqueta en la columna derecha que diga "I Wonder". En español se empleó "Me doy cuenta, Me pregunto" y en portugués: "Eu percebo, Eu me pergunto". El ejercicio se puede realizar individualmente y luego se comparten las propuestas con el grupo para analizar en plenaria cuál de las preguntas merece una corrección o precisión, como puede observase en la Figura 2.

Otra ruta que puede ser seguida en la estrategia es que, a partir del conjunto de las preguntas, se elija alguna para continuar la investigación. También pueden analizarse las preguntas de conjunto para identificar núcleos problemáticos, en particular cuando se estudia algún evento de la realidad.

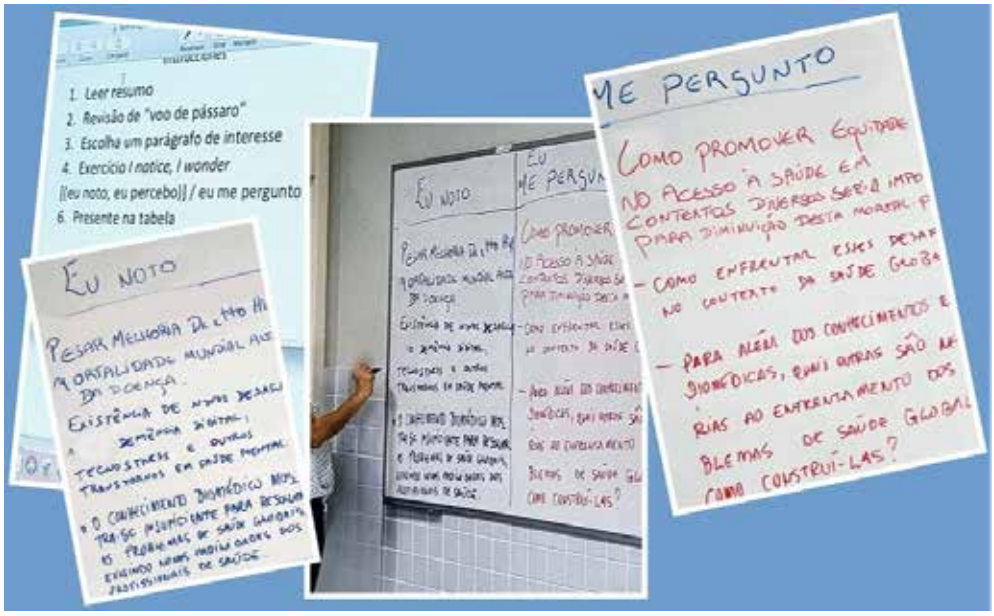


Figura 2. Ejercicio demostrativo realizado por profesores en el que aplican las indicaciones básicas de la estrategia de aprendizaje

Evaluación de la utilidad de la estrategia

Al estudiantado del curso de "Salud Global" se le solicitó redactar un diario de aprendizaje (con una guía previa) para todas las sesiones del curso, entre las cuales están aquellas en las que se utilizan las raíces "I Notice, I Wonder". A partir del diario se realizó un análisis de contenido para valorar los significados de lo aprendido y las ventajas identificadas: para el caso de los profesores, se les solicitó sus comentarios al respecto de cuál consideran es el valor educativo que atribuyen a la estrategia.

Resultados

Dado que la estrategia *I Notice, I Wonder* la hemos empleado esencialmente en los cursos de "Salud Global" y en los cursos de formación docente, pero con lecturas del mismo tema, los ejemplos giran en torno a dicho tema. En la Tabla 2 se muestran algunos ejemplos elaborados por los participantes y se comenta su pertinencia.

Tabla 2

Análisis de algunos planteamientos I Notice, I Wonder realizados por los participantes

I Notice	I Wonder	Comentario
En el artículo se menciona cómo los niños que habitan en lugares que tienen problemas bélicos no saben diferenciar entre un arma y una cámara fotográfica.	¿Por qué a pesar de que este problema lleva varias décadas no ha podido hacerse algo al respecto de los menores en los campos de refugiados?	En *I Notice*, el(la) estudiante hizo una generalización a partir de un caso particular. No obstante, la pregunta no es del todo específica, tiende a ser una obviedad y una generalización con pocos argumentos.
Dentro del artículo se hace hincapié en que la salud global está relacionada con muchos aspectos, tales como lo político, lo económico, lo social, lo cultural, etcétera.	¿Existe alguna ley a nivel mundial que regule legislativamente y judicialmente la falta de cumplimiento a los derechos humanos?	*I Notice* hace referencia al contenido del artículo leído; en ese sentido, es una observación pertinente. La pregunta es específica y original.
La salud emocional y mental es un subtema que se aborda en el artículo, donde la mayoría de los países orientales desarrollados tienen este tipo de problemas, que personalmente y compilando información que ya había leído, muchas de las razones de esta presión es la misma cultura y sociedad.	¿Por qué la salud mental y psicológica siempre queda en último lugar? ¿Cuáles son las acciones pertinentes acerca de estos temas por parte de la OMS? ¿Existe algún impedimento en algunos países por cuestiones religiosas que no permitan hablar de ciertos temas de salud mental y psicológica, política o religión?	En este ejemplo, podemos darnos cuenta de que el participante incorporó la observación del artículo a una observación previa y a partir de allí planteó varias preguntas, lo que significa que está construyendo "andamiajes" para crear o fortalecer estructuras cognitivas nuevas o previas. Aquí el valor de la problematización es amplio, ya que no solo hizo una pregunta, sino que elaboró un núcleo problemático.
Hoy en día los científicos cuentan con los medios y la capacidad de combinar especies genéticas de animales como cebra-caballo, león-tigre, cabra-oveja. También se pueden combinar especies de plantas cumpliendo los caprichos del ser humano, todo esto no se compara con el mayor anhelo que es poder alterar y modificar el organismo humano.	¿Beneficio para la humanidad o avaricia científica? En mi opinión es un poco de ambas ya que se podría utilizar para ayudar a zonas con crisis de alimentos. Sin embargo, no sabemos si las comunidades científicas han sido financiadas para realizar dichas investigaciones.	En esta tarea, el estudiantado hace una observación precisa y una pregunta que orienta una opinión personal. Es evidente que la pregunta es el resultado de verse involucrado con la observación.
Aunque ya conocía acerca de otros genocidios a lo largo de la historia, no conocía a profundidad su contexto cultural.	¿Realmente se visibilizaron estos genocidios lo suficiente como para que no se repitan?	La observación se relaciona con el texto leído, aunque no hace una observación específica. La pregunta es pertinente y muestra un análisis crítico.
La adicción a diversidad de medios electrónicos que afecta a nuestra salud. El artículo menciona la adicción a la tecnología, se ha generado el llamado "tecnoestrés".	¿La innovación tecnológica la estamos utilizando a nuestro favor o en nuestra contra?	La observación emana del texto leído y la pregunta plantea una posible paradoja.

Utilidad

En síntesis, los resultados generales de la aplicación de la estrategia muestran las ventajas siguientes:

- Ayuda a los estudiantes a pensar y a despegarse de emitir un comentario sin fundamento.
- Contribuye a la formulación de preguntas relevantes.
- Permite el diálogo con conocimientos previos y reflexionar acerca del propio aprendizaje.
- Permite introducir a los estudiantes a explorar conocimientos y experiencias novedosas.
- Contribuye a consolidar aprendizajes previos o recientes.
- En términos de evaluación formativa, leer los planteamientos de los estudiantes permite hacer correcciones conceptuales y también mejorar la expresión escrita de las observaciones y las preguntas.
- Incrementa la motivación intrínseca para aprender, es decir, despierta el deseo de saber y seguir investigando sobre el tema o la pregunta. De esta manera, también favorece el compromiso del estudiante con la tarea.
- El ejercicio de darnos cuenta y plantearnos preguntas a partir de una experiencia de observación, genera sentimientos de duda, curiosidad y asombro. El mundo por conocer se hace más grande.
- Combate el dogmatismo de leer y releer para memorizar.
- Genera nuevas ideas.

En particular, la discusión grupal después del trabajo individual ofrece la posibilidad de: a) mejorar la conciencia de los pensamientos propios y reconocer la capacidad auto-crítica; b) adquirir aprecio entre los participantes por la diversidad de opinión que invariablemente emerge cuando los puntos de vista son intercambiados abierta y honestamente; y c) actuar como un catalizador de pensamientos diversos.

En general, los profesores se muestran menos receptivos a la técnica (explicación en desventajas). No obstante, también se presentan casos de profesores muy interesados y dispuestos para participar en estrategias innovadoras. Descubren el valor de la estrategia como se observa en los siguientes fragmentos tomados de los diarios de aprendizaje de los estudiantes del curso "Salud Global":

> *"A metodologia do "I notice, I wonder" [...] são ferramentas interessantes para tornar o processo de ensino-aprendizagem menos maçante. Me senti mais confortável no uso da ferramenta "I notice, I wonder", tendo em vista que ela me pareceu mais fácil de ser aplicada no contexto do Eixo Teórico-prático Integrado (ETPI), onde estou inserido como docente. "I notice, I wonder" pode ser utilizada para dinamizar temáticas que*

os(as) discentes tenham realizado a leitura prévia do assunto por meio de material disponibilizado pelo(a) docente".

"A metodologia "I notice, I wonder" e [...] foram o primeiro contato que tive a oportunidade de ter. Apesar de ser tutora de Problem-based learning e estar inserida como docente em um curso cujas as metodologias ativas são o cerne da aprendizagem, a estranheza inicial, talvez pelo idioma da leitura inicial, tomou-me de surpresa, porém em poucos instantes com as intervenções e direcionamentos da Prof. Glória pude contemplar e pensar nas utilidades dos dois novos métodos a mim apresentados".

"A metodologia "I notice, I wonder", permitiu-me de forma dinâmica identificar pontos chaves do artigo em questão, ao passo que simultaneamente me estimulou a pensar criticamente com a necessidade de fazer uma pergunta a cada observação escrita. Tal ferramenta pode ser de grande valia para leitura de artigos e discussão em grupos maiores de alunos, proporcionando direcionamento aos pontos principais da leitura bem como proporcionar o desenvolvimento de pensamento crítico ao provocar questões/perguntas sobre tais pontos, que possivelmente poderão fomentar um leque de possibilidades de resolução de problemas".

"I notice, I wonder" consiste em identificar pontos extraídos de texto e então problematizá-los através de uma pergunta chave. Com o emprego do método acredito que existirá uma leitura mais consciente além do desenvolvimento de senso crítico pelo grupo".

Desventajas

Se ha observado en el estudiantado participante dificultades para precisar los límites de las observaciones y para vencer la tentación de ofrecer una opinión en vez de problematizar; otra parte de la limitación para problematizar es que, cuando estos estudiantes leen un documento para una tarea, tienen costumbre de hacer resúmenes como producto o evidencia de la comprensión. Sin embargo, *I Notice, I Wonder* les exige juicio crítico para elegir algún dato de interés de la lectura y, a partir de allí, generar preguntas. Otra limitante es la resistencia, choque o tensión de adoptar una forma de lectura crítica en vez de una lectura acrítica basada en la repetición y en la memoria. A pesar de lo anterior, el estudiantado suele mostrarse dispuesto al desarrollo del ejercicio.

En general, en el caso de los profesores sus planteamientos suelen ser escuetos y se presentan las mismas dificultades que con los estudiantes, aunque se suma también la resistencia a cambiar el rol de maestro y trabajar abiertamente en la tarea. La mayoría de los profesores se muestran incómodos al principio del ejercicio y algunos de ellos argumentan "no estar acostumbrados". Les es difícil adoptar el papel de estudiante. Los profesores identifican la utilidad de la técnica para aplicarla con los estudiantes, más no para desarrollarla de manera personal.

La estrategia promueve el pensamiento divergente, lo cual, podría ser difícil la conducción por parte del profesor en el sentido de articular las preguntas y

comentarios del estudiantado con relación a un tema y de conservar los límites de las temáticas y propósitos de la actividad.

En particular, para el curso de Salud Global, *I Notice, I Wonder* es un recurso útil para la discusión acerca de la importancia y los retos que afronta la salud global. Como todas las estrategias de aprendizaje, no debe usarse de manera reiterativa porque genera saturación en los participantes y, en consecuencia, se pierde motivación por la actividad.

En general, la potencialidad de la estrategia es menor cuando se usan textos largos, en cambio, rinde muchos frutos con imágenes, videos, textos cortos o casos reales.

Evaluación de la actividad

Si lo que se desea es revisar los planteamientos elaborados por los participantes y asignar una calificación, se propone la lista de cotejo siguiente, como puede observarse en la Tabla 3.

Tabla 3

Lista de Cotejo. Construida para evaluar cinco enunciados (Noto) y sus respectivas preguntas (Me pregunto)

Criterio	Puntaje total	Puntaje obtenido (en cada ejercicio y total)				
A. *I notice*						
	Ejercicio:	1	2	3	4	5
• Se basa en el caso de estudio o lectura dada.	5					
• No se basa en el caso, es una interpretación personal, opinión u otro planteamiento derivado de otro contexto.	1-4					
• La redacción es contundente, clara y precisa.	5					
• La redacción muestra ambigüedades o imprecisiones.	1-4					
Subtotal						
B. *I wonder*						
	Ejercicio:	1	2	3	4	5
• La pregunta se plantea claramente.	10					
• La pregunta es confusa.	5-8					
• La pregunta emerge del contexto, caso en estudio o lectura.	10					
• La pregunta no surge de la observación del contexto o caso en estudio.	5					
• Las preguntas hacen notar un análisis profundo o incluso se construyen a manera de *núcleos problemáticos* (conjunto de preguntas relativas a un mismo problema).	5-10					
• La(s) preguntas tienden a ser de construcción simple, rebuscada o con respuesta obvia.	1-5					
Subtotal						

C. Relación entre *I notice* y *I wonder*						
	Ejercicio:	1	2	3	4	5
• Son coherentes entre sí.	20					
• No hay correspondencia entre observación y pregunta.	5					
Subtotal						
D. Suficiencia de los planteamientos						
	Ejercicio:	1	2	3	4	5
• Se realizaron mínimo cinco planteamientos *In-Iw.*	20					
• Se realizaron menos de tres planteamientos.	5-19					
• Se tomó en consideración la lectura o el contexto en su totalidad.	20					
• Se construyeron planteamientos solo con una parte de la lectura o del contexto en estudio.	5-19					
Puntaje total	**100**					
Comentario(s):						

Evaluación de la estrategia por estudiantes

En las reflexiones metacognitivas expuestas en el diario de aprendizaje del estudiantado se identifican cuatro categorías principales acerca del valor educativo de la técnica: importancia y percepción de la actividad, "dialogar con el autor" (ejercicio dialógico), ventajas de trabajar con "Noto" y "Me pregunto", alternativas para superar la lectura "cuadrada". Se presentan abajo algunos testimonios ilustrativos de los asistentes:

> "Hoy realizamos la revisión grupal de las co-evaluaciones de la actividad 'I notice, I wonder' y logré darme cuenta de lo interesante que fue para mi el realizar esta actividad, puesto que aprendí a ser mas específica y clara con las ideas a la hora de plantear un enunciado o una pregunta, y a su vez, logré entender la importancia que tenía el que estas tuvieran cierta relación dentro del trabajo. [...] En relación con el artículo, me di cuenta de que debemos de seleccionar de manera correcta las ideas que estamos obteniendo de ahí para lograr comprender de mejor manera la lectura".

> "El ejercicio es una forma de dialogar con el autor del artículo, donde podemos plantearnos nuevas preguntas que incitan a más investigación, partiendo de subrayar puntos importantes que son complementados con conocimientos que ya teníamos anteriormente de otras lecturas, haciendo aún más completo el análisis".

> "La lectura se reduce y se hace más ligera en cuestión de comprensión, ya que la técnica misma lo hace más sencillo para el lector".

> "En esta actividad aprendí a reflexionar más sobre mi lectura, a no tener una lectura tan "cuadrada" sino más reflexiva, ya que muchas veces si no pasa por ese filtro mental la información, se olvida. Además, que toda información nos deja algo nuevo aprendido y esto únicamente lo reconoceremos si pasa por un pensamiento filosófico y argumentativo del tema".

> "Realmente fue un ejercicio que nos ayudó para reforzar los conocimientos adquiridos del artículo y a poder mejorar en nuestra redacción y la generación de preguntas. Personalmente me gustó la actividad ya que pude ver el artículo desde otra perspectiva, puesto que los enunciados y preguntas de la compañera que me tocó evaluar fueron diferentes a los míos y pude darme cuenta de cosas que en un principio pasé desapercibidas".

> "Durante la actividad "I notice, I wonder" me pregunté si resultaría beneficiosa una política pública que restrinja el uso de aparatos electrónicos [...], ya que últimamente se han visto problemas de salud derivados del sobreuso de aparatos electrónicos que afectan funciones multiorgánicas. Sin embargo, hay que considerar que el uso de la nueva tecnología también nos beneficia. Con esto concluyo que la actividad es un excelente ejercicio de reflexión, que además de comprender lo que estamos leyendo nos lleva a cuestionarnos la importancia de esa información e incluso a relacionarla con nuestra propia ideología".

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El enfrentarse a una manera diferente de tratar los problemas y de aprender es probablemente el obstáculo más importante para el abordaje con la estrategia *I Notice, I Wonder*, dicha dificultad no solo se observa en estudiantes, sino también en profesores. En ese sentido, coincidimos con el trabajo de Watson (2002, p. 117-120), quién a manera de conclusión refiere lo siguiente:

> Me doy cuenta de que a los demás a menudo les resulta difícil darse cuenta. Con demasiada frecuencia, los estudiantes llegan a la escuela creyendo que existen "respuestas correctas" y posibilidades limitadas de respuesta al trabajo escolar. Se resisten a utilizar la primera persona para escribir ensayos, [...] y no confían en su respuesta a las experiencias prácticas [...].

En el presente trabajo, percibimos que existe cierto condicionamiento intelectual respecto a las lógicas de pensar los problemas y de aprender nuevos aspectos, en particular, hemos observado que en la carrera de medicina, a pesar de los nuevos modelos pedagógicos, impera un tratamiento positivista del contenido, y como

adelantamos antes, el abordaje para la solución de problemas de los problemas se plantea generalmente y en una primera aproximación desde la lógica clínica: *causa, diagnóstico* y *tratamiento*.

En consonancia con la dificultad planteada, Witt, Onorato y Schwartzstein (2022) han observado la tendencia particular en los estudiantes de medicina de solicitar cada vez más una "clave de respuesta" para todos los aspectos de su educación. Los estudiantes a menudo esperan tener las respuestas correctas disponibles fácilmente para asegurarse de que han llegado a la conclusión correcta y determinar el conocimiento preciso que necesitan dominar. A pesar de que gran parte del ejercicio médico, particularmente en el cuidado de pacientes críticos con enfermedades multisistémicas en unidades de cuidados intensivos, las respuestas son inciertas y el cuerpo de conocimientos está creciendo cada vez más. Las solicitudes de los estudiantes para que se les proporcionen soluciones unívocas, amenazan con socavar su desarrollo como médicos con pensamiento crítico y autosuficientes. De acuerdo con lo que nosotros hemos observado, la tendencia señalada por Witt, Onorato y Schwartzstein (2022) podría tener parte de su origen en la jerarquía imperiosa que se concede a las calificaciones obtenidas y a los exámenes en los diferentes niveles de su formación.

Dada la problemática anterior, es necesario desarrollar estrategias que promuevan el juicio crítico. Así también, la problematización como un ejercicio intelectual fundamental no solo para la salud global, sino para todas las ciencias y disciplinas. Las preguntas son el punto de partida de la investigación, por tal motivo, la estrategia *I Notice, I Wonder*, podría ser empleada en diversos escenarios educativos.

Respecto a la naturaleza de las preguntas, es importante que el profesor identifique la complejidad de ellas, ya que permite asomarnos al pensamiento de los estudiantes, a sus inquietudes académicas y personales y a las habilidades cognitivas que ponen en juego. Se podría pensar en al menos tres tipos de preguntas: *Confirmatorias* (para afinar la comprensión), *Clarificadoras* (para resolver la incertidumbre) y *Retadoras* (para afrontar situaciones problemáticas). No obstante, "hemos notado", al principio de la práctica con *I Notice, I Wonder*, que las preguntas suelen estar conformadas con paráfrasis de lo que se ha notado y se transforman en pregunta cuando se agrega un "por qué" o un "cómo se haría para...". Lo que implica que las preguntas iniciales se basan, generalmente, en una observación superficial o limitada. En ocasiones contienen implícitamente un juicio de valor. Sin embargo, la calidad y profundidad de las preguntas tienden a mejorar en ejercicios subsecuentes y aparecen más frecuentemente aquellas que plantean ideas provocativas o representan desafíos (lo que arriba denominamos *preguntas retadoras*).

En otro aspecto importante y relativo al hecho de plantearse preguntas, Wolbert y Schinkel (2020) aseveran que el cuestionamiento no solo es educativamente importante como motivación para aprender, sino que es importante porque es parte integral de aprender a entender la diferencia entre "lo que no sabes, lo que solo crees saber, y lo que tú (como ser humano) no puedes saber o entender". Más

aún, podríamos agregar que el análisis de las preguntas que plantean los estudiantes, podría ayudar a los profesores a identificar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

En el plano operativo, se requiere, para obtener mayores beneficios educativos de la estrategia *I Notice, I Wonder*, de practicar el proceso varias veces, revisar los planteamientos y retroalimentar el trabajo de las personas participantes.

También es importante que el profesor desarrolle poco a poco la habilidad de comprender e interpretar el pensamiento de quienes participan en la actividad. La estrategia *I Notice, I Wonder* permite, en cierta manera, materializar el pensamiento de los alumnos, lo cual no ocurre cuando en la enseñanza tradicional el profesor pregunta a sus alumnos ¿me entendieron? y los alumnos simplemente guardan silencio o contestan un simple "sí" o toman la opción de "analizar" las situaciones desde una opinión o anécdota.

Finalmente, el diseño y la adaptación a diferentes escenarios de aprendizaje requiere de una *co-construcción*, es decir, que el profesor se exponga a las mismas o semejantes experiencias de aprendizaje. También requiere de un ejercicio de reflexión de la práctica docente a partir de los resultados de aprendizaje de los estudiantes y la reflexión metacognitiva propia. Dicho de otra manera, la innovación en la sala de aula no se trata solo de aplicar una técnica, *visión instrumental de la docencia*, sino del desarrollo de un pensamiento pedagógico.

Este trabajo presenta la experiencia práctica en aula, describe una iniciativa que, innegablemente, contribuye a la mejoría del proceso de aprendizaje del estudiantado en los cursos de "Salud Global" y, aunque con reservas, en la formación docente del profesorado de medicina.

Consideramos que la experiencia presentada aquí con *I Notice, I Wonder* es innovadora debido a que: a) Su origen se ubica en la educación anglosajona y no se encontraron trabajos previos en español ni en portugués; b) Su aplicación se ha orientado a logros cognitivos elevados y a diferencia de los trabajos consultados, para desarrollar la capacidad para problematizar, principio fundamental de la formación científica; c) Se presenta una lista de cotejo inédita para evaluar la pertinencia de las observaciones (*Noticing*) y también la propuesta para analizar la naturaleza y complejidad de las preguntas elaboradas (*Wondering*).[1]

1 **Agradecimientos**

A la Mtra. Diana Benítez Escamilla por su apoyo en la edición de las imágenes.

A los profesores de la Universidade Federal Rural do Semiárido por su amable participación. A todos los estudiantes por compartir sus diarios de aprendizaje y el compromiso con la tarea, lo cual nos sorprendió gratamente y permitió estructurar la propuesta metodológica que se presenta en este trabajo.

REFERENCIAS

Anderson E. R. y Dobie T. E. (2022). Sentence Stems to Foster Dialogue: Uses of "I notice" and "I Wonder" in Outline Teacher Professional Development. *Journal of Teacher Education, 73*(1), 1-14. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00224871221087198

Dobie, T.E. y Anderson, E.R. (2021). Noticing and wondering to guide professional conversations. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 114, 94-102. https://doi.org/10.5951/MTLT.2020.0210

García-Miranda GA. (2019). Retos Para la Cooperación en Salud Global desde un enfoque histórico, sistémico y emergente. *Revista científica de UCES. 24*(1),1-24 https://publicacionescientificas.uces.edu.ar/index.php/cientifica/article/view/640

Garret D. M. y Matranga A. (2020). Culturally and Linguistically Responsive Noticing and Wondering: an Equity-Inducing yet Accesible Teaching Practice. *Journal of Multicultural Affairs, 5*(1), Article 5. https://scholarworks.sfasu.edu/jma/vol5/iss1/5

K20 Center, 2020. I notice, I wonder. https://learn.k20center.ou.edu/strategy/180.

K20 Learn. (s.f.). I notice, I wonder-Learn strategy. [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=gPtelrwiVjM.

Lowe G.M., Prout P., y Murcia K. (2013). I See, I Think, I Wonder: An Evaluation of Journaling a Critical Reflective Practice Tool for Aiding Teachers in Challenging or Confronting Context, *Australian Journal of Teacher Education, 38*(6), 1-16. https://doi.org/10.14221/ajte.2013v38n6.6

Pluttino, A. (2021). Learning through wonder. Imprinting wonder in language learning for lifelong engagement. En Beaven T. y Rosell-Aguilar F. (Eds.), *Innovative Language Pedagogy Report* (pp. 35-41). Research-publishing.net. https://doi.org/10.14705/rpnet.2021.50.1233

UFERSA. (2022, septiembre 19). *Promove formação em estratégias de ensino inovadoras para docentes do Curso de Medicina.* https://assecom.ufersa.edu.br/2022/09/19/ufersa-promove-formacao-em-estrategias-de-ensino-inovadoras-para-docentes-do-curso-de-medicina/

Watson, J. S. (2002). Teaching ourselves to notice and wonder. En *Herstmonceux IV. The Fourth International Conference on Self-Study of Teacher Education Practices. Making a Difference in Teacher Education Through Self-Study*. Herstmonceux Castle, East Sussex, England (pp.117-120.) https://www.yumpu.com/en/document/read/32777681/making-a-difference-in-teacher-education-through-self-study-

Witt E.E., Onorato S.E., y Schwartzstein R.M. (2021). Medical Students and the Drive for a Single Right Answer. *ATS Scholar, 3*(1), 27–37. https://www.atsjournals.org/doi/10.34197/ats-scholar.2021-0083PS

Wolbert L. y Schinkel A. (2020). What should schools do to promote wonder? *Oxford Review of Education, 47*(4), 439-454.

Recepción: **Agosto 18, 2025** | Aceptación: **Octubre 3, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

La política educativa en México: análisis de la Educación Cívica en el estado de Puebla

Educational Policy in Mexico: Analysis of Civic Education in the State of Puebla

—

Harumi Fernanda Carranza Magallanes[1]
harumi.carranzamagallanes@viep.com.mx

Román Sánchez Zamora[1]
roman.sanchez@viep.com.mx

1 Instituto de Ciencias de Gobierno y Desarrollo Estratégico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla de Zaragoza, México

Para citar este artículo:
Carranza Magallanes, H. F., & Sánchez Zamora, R. La política educativa en México: análisis de la Educación Cívica en el estado de Puebla. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a02

RESUMEN

Este trabajo pretende mostrar los principales avances que ha tenido la Educación Cívica en el estado de Puebla, luego de la revisión y análisis de las diferentes reformas educativas que a lo largo de la historia de México se han dado, tomando en consideración la responsabilidad del estado para asegurar la formación cívica de los nuevos ciudadanos mexicanos. El proceso de investigación tuvo como objetivo principal establecer el concepto Educación Cívica en una muestra documental. La metodología utilizada fue la implantación de una encuesta cerrada por muestreo por conveniencia aplicado a 5 niños y 5 niñas de 4 planteles educativos pertenecientes a los municipios de Huejotzingo, Libres, Puebla y Teziutlán del estado de Puebla. Entre las conclusiones se destaca que los avances en la educación cívica son significativos en los cuatro municipios, aunque destaca el municipio Huejotzingo como el que tiene conocimientos sólidos en los estudiantes respecto a lo que significa la educación cívica.

Palabras clave:

Educación cívica; reforma educativa; datos personales; transparencia; derecho a saber y valores cívicos.

— Abstract—

This paper aims to show the main advances that Civic Education has had in the state of Puebla, after the review and analysis of the different educational reforms that have taken place throughout the history of Mexico, taking into consideration the responsibility of the state to ensure the civic education of new Mexican citizens. The main objective of the research process was to establish the concept of Civic Education in a documentary sample. The methodology used was the implementation of a closed survey by convenience sampling applied to 5 boys and 5 girls from 4 schools belonging to the municipalities of Huejotzingo, Libres, Puebla and Teziutlán in the state of Puebla. Among the conclusions, it is highlighted that the advances in civic education are significant in the four municipalities, although the municipality of Huejotzingo stands out as the one that has solid knowledge in students regarding what civic education means.

Keywords:

Civic education; educational reform; personal data; transparency; right to know and civic values.

A lo largo de la historia del gobierno de México se han presentado un constante en el número de reformas educativas qué establecidas como políticas públicas ambos buscado mejorar la calidad y equidad de la educación en la nación. Estas reformas se han ido dando a lo largo de la historia del país, aunque tenido una mayor intensidad en las últimas décadas.

El propósito de este artículo está dirigido a analizar 3 ejes principales que han sido el fundamento para llevar a la política educativa basado en la transparencia, que se propone en México. Por lo tanto, el artículo se desarrollará en 3 apartados: el primero, busca establecer una breve historia acerca de las políticas impulsadas en México durante cada sexenio; posteriormente se presenta una perspectiva respecto a la última reforma educativa en México y se concluye con la presentación del análisis de muestra que la investigadora realizó para determinar los avances de la propuesta de política educativa basada en la transparencia en cuatro municipios del estado de Puebla.

Por lo tanto, en la historia de México las reformas educativas mexicanas pueden empezar a enunciarse desde el siglo XIX, durante el gobierno de Benito Juárez quién estableció el fundamento de la esencia de la educación pública bajo la consigna y el deber de la tarea del Estado al ofrecerles de manera pública y gratuita. Aunque es importante considerar que, en ese momento histórico, debido a la limitación de los recursos y a la resistencia de la oposición, esta reforma no tuvo mayor impacto (Villalvazo Ruiz, 2016).

Durante el siglo XX, el gobierno intensificó la implementación de reformas educativas, motivado por la necesidad de atender a las demandas económicas y sociales presentadas en la nación debido al desarrollo histórico. En 1921 el gobierno encabezado por Álvaro Obregón creó la institución que se encargaría de dar respuesta a la necesidad educativa de la población, institución que hasta el día de hoy sigue presente y atendiendo las necesidades educativas. Haciendo referencia a la Secretaría de Educación Pública, cuya tarea es la de formular y coordinar los programas de educación pública que atienden a las necesidades de la población (Villalvazo Ruiz, 2016).

Entre las décadas de 1980 y 1990, el gobierno del estado enfocó las reformas educativas hacia los objetivos de modernizar y descentralizar el sistema educativo. Es así como, durante el gobierno de Carlos Salinas De Gortari, se estableció el programa de modernización de la educación. Este programa buscaba la mejora de la eficiencia y la eficacia del sistema educativo, partiendo de la premisa de la descentralización de la gestión escolar y la inclusión de las nuevas tecnologías de la educación (Villalvazo Ruiz, 2016).

En lo que va del siglo XXI, las políticas públicas enfocadas a las reformas educativas se han centrado en mejorar la calidad y equidad en la educación. En el 2013, Enrique Peña Nieto presentó su reforma educativa, la cual se centró en el proceso de evaluación docente como medio para asegurar la mejora educativa,

también considera la actualización curricular y la autonomía de gestión de las escuelas (Villalvazo Ruiz, 2016).

Las políticas públicas enfocadas en la reforma educativa han tenido como resultado un impacto significativo en el desarrollo del sistema educativo mexicano, creando la posibilidad de ampliar la cobertura educacional, mejorar la educación en los niveles básicos y el fortalecimiento de la autonomía de las escuelas.

La Reforma Educativa busca los objetivos fundamentales siguientes:

- Responder a una exigencia social para fortalecer a la educación pública, laica y gratuita (Gobierno de la República, 2023).
- Asegurar una mayor equidad en el acceso a una educación de calidad (Gobierno de la República, 2023).
- Fortalecer las capacidades de gestión de la escuela (Gobierno de la República, 2023).
- Establecer un servicio profesional docente con reglas que respetan los derechos laborales de los maestros (Gobierno de la República, 2023).
- Propiciar nuevas oportunidades para el desarrollo profesional de docentes y directivos (Gobierno de la República, 2023).
- Sentar las bases para que los elementos del Sistema Educativo sean evaluados de manera imparcial, objetiva y transparente (Gobierno de la República, 2023).

Estos objetivos se verán traducidos en beneficios concretos para los mexicanos:

- Una mejora sustancial de la calidad de la educación (Gobierno de la República, 2023).
- El fortalecimiento de la gratuidad de la educación pública (Gobierno de la República, 2023).
- La escuela fortalecida y apoyada, en el centro de las decisiones fundamentales (Gobierno de la República, 2023).
- Una evaluación que tiene como ejes el mérito y el reconocimiento de la vocación docente (Gobierno de la República, 2023).
- Una educación inclusiva que esté al alcance de todos (Gobierno de la República, 2023).
- El buen uso de los recursos públicos (Gobierno de la República, 2023).

Aunque es importante considerar que las reformas educativas mexicanas han sido y serán objeto de críticas y controversias, ya que algunas de las principales críticas sostienen que estas reformas han sido demasiado radicales y que han sido objeto de confrontación directa con los docentes. Otros enfoques sostienen que realmente estas reformas no han logrado tener el impacto que se buscaba, ya que no se traduce en una mejora en la calidad educativa real.

Uno de los principales desafíos que se presentan en México es la instauración de una política pública enfocada en la educación cívica del ciudadano, ya que esto tiene como enfoque integral el requerimiento que combine la formación de conocimientos, habilidades y valores en la sociedad mexicana.

Tomando en consideración lo anterior, es necesario entender de manera clara cómo se propondría establecer una formación cívica en los ámbitos de:

- **La formación de conocimientos**: que se tendría que enfocar a que los y las estudiantes adquieran un entendimiento básico de sus derechos, obligaciones, deberes y responsabilidades en cuanto a significado de ser ciudadanos. También, el conocer los principios y valores de una sociedad democrática, para así poder ser parte de ella mediante el maquinismo de participación ciudadana (Caballero Álvarez, 2016).
- **La formación de habilidades**: que se enfocaría en que las estudiantes y los estudiantes adquieran la capacidad de análisis crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones conscientes en los procesos democráticos. Con la finalidad de desarrollar la capacidad de comunicarse de forma efectiva y trabajar en colaboración para el desarrollo de la nación (Caballero Álvarez, 2016).
- **La formación de valores**: que se enfoca en que las estudiantes y los estudiantes tienen el deber de desarrollar un sentido de compromiso democrático, que se extiende en los deberes de la justicia social y la igualdad. Con lo que, se podría lograr desarrollar un sentido de responsabilidad cívica y compromiso con la participación ciudadana (Caballero Álvarez, 2016).

Aunque para lograr lo anterior es necesario considerar los desafíos que enfrentará la educación cívica en México, los cuales pueden considerarse en los siguientes ejes:

- **Resistencia al cambio**: es importante considerar cómo los diferentes actores educativos y sociales pueden volverse un obstáculo en el momento de proponer procesos de transformación que mejora en la calidad de vida, en este caso la propuesta de una educación cívica para la sociedad mexicana (Dirección Ejecutiva de Capacitación Electoral y Educación Civica, 2011).
- **Complejidad del cambio**: la propuesta de una política pública enfocada a una educación cívica en México es observado como un tema de complejidad que requerirá todo un proceso de enfoque integral. Esto para considerar cómo será implementada en el modelo educativo de la nación (Dirección Ejecutiva de Capacitación Electoral y Educación Civica, 2011).

- **Carencia de recursos**: tomando en consideración que todo proceso de transformación requiere de una acción práctica, la educación cívica en México requeriría del trabajo no solo de los docentes sino de una serie de especialistas en la materia que propusieran la construcción del plan de estudios. Esto claro, establece la limitación del tiempo y los recursos disponibles para poder lograrlo (Dirección Ejecutiva de Capacitación Electoral y Educación Civica, 2011).

Aunque, la propuesta de la política pública enfocada en la integración de la educación cívica y social, tendrá que ser emanada por parte del gobierno, este por sí solo no podría afrontar el desafío para llegar a un buen término. Por lo que, es necesario coordinar los esfuerzos entre las escuelas, las familias y la sociedad en general si es que se desea lograr este objetivo.

Considerando que al enfocarlos de esta manera, se tendrían que tomar en consideración que debe ser centrada en:

- **Desarrollo de materiales educativos**: se tendrá la tarea de actualizar los materiales educativos y crear una especialización de materia en la educación cívica y social propuesta (Dirección Ejecutiva de Capacitación Electoral y Educación Civica, 2011).
- **Actualización de la formación docente**: se necesitará de la capacitación de do docentes que puedan impartir la asignatura de educación cívica de manera eficiente (Dirección Ejecutiva de Capacitación Electoral y Educación Civica, 2011).
- **Impulsar la participación ciudadana**: para que la educación cívica y social presente resultados, estos tendrían que ser observados en la medida en que las estudiantes y los estudiantes se involucren de manera activa en la participación de las actividades sociales en su entorno público (Dirección Ejecutiva de Capacitación Electoral y Educación Civica, 2011).

Es importante considerar que, la propuesta de una educación cívica y social que tenga impacto en el desarrollo de los ciudadanos mexicanos es una propuesta a futuro que tiene como intención o pretensión la formación de la sociedad civil con participación activa ciudadana.

Se presenta la siguiente investigación con el objetivo de analizar la relación entre la promoción de la educación y la formación cívica (Dewey, 1998; Durkheim, 2013) por parte del gobierno mexicano y el nivel de conocimiento en estos temas de los estudiantes de escuelas seleccionadas en Puebla, México. Para ello, se analizarán los programas implementados por el gobierno mexicano en materia de educación, formación cívica. Asimismo, se identificará el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes en estas áreas en escuelas.

En general, las variables de la investigación estarían relacionadas con la promoción de la educación y la formación cívica por parte del gobierno mexicano y el nivel de conocimiento en estos temas de los estudiantes de escuelas seleccionadas en México. Algunas posibles variables específicas que se consideraron incluyen:

- Promoción de la educación y la formación cívica por parte del gobierno mexicano (variable independiente).
- Nivel de conocimiento en educación, formación cívica de los estudiantes (variable dependiente).
- Políticas y programas para la educación y la formación cívica implementados por el gobierno mexicano (variable independiente).

El alcance de la investigación será exploratorio en relación limitado a las escuelas seleccionadas en el estado de Puebla, México, lo cual permitiría obtener información detallada y específica sobre el nivel de conocimiento en educación temprana, formación cívica de los estudiantes en dichas escuelas. Además, la investigación se centraría en el proceso descriptivo del análisis de las políticas y programas implementados por el gobierno mexicano para la promoción de la educación y la formación cívica.

La presente investigación es básicamente el resultado de una encuesta sobre el conocimiento que tienen los escolares poblanos de cuarto grado de primaria en el estado de Puebla. El cuestionario utilizado, reproducido al final de esta investigación, se ha aprovechado de trabajos como "La politización del niño mexicano" (Segovia, 2014), "Mejores práctivas de transparencia, Índice de percepción de corrupoción en niños" (Sánchez Zamora, 2015).

Este cuestionario lleva variables como son las limitaciones mencionadas *supra*, en referencia a los fenómenos hipotéticos se dividirán dependiendo de la ecuación simple, ya sea "valores cívicos"; "derechos y obligaciones"; "protección de datos personales"; "derecho a saber" y "transparencia". Cada una de las anteriores, a su vez, analizará cuatro conceptos, los cuales fueron tomados de los libros de *Formación Cívica y Ética* de todos los grados de primaria, que proporciona la Secretaría de Educación Pública del 2022.

Evaluar la relación entre la promoción de la educación en transparencia y la formación cívica por parte del gobierno mexicano y el nivel de conocimiento de los estudiantes en estos temas en escuelas seleccionadas en Puebla, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

La intención de la investigación acerca de la implementación de la educación en materia de transparencia para el desarrollo de la formación cívica, tiene la intención de analizar el grado de aplicabilidad y éxito en la formación de futuros ciudadanos que participen en el proceso experimental.

Se aplicó a 40 niñas y 40 niños que se encontraron cursando el cuarto grado de primaria en los municipios antes mencionados, en 4 municipios del estado de Puebla como lo son: Puebla Capital, Huejotzingo, Libres y Teziutlán.

En general, las variables de la investigación estarían relacionadas con la promoción de la educación y la formación cívica por parte del gobierno mexicano y el nivel de conocimiento en estos temas de los estudiantes de escuelas seleccionadas en México. Algunas posibles variables específicas que se consideran incluyen:

- Promoción de la educación y la formación cívica por parte del gobierno mexicano (variable independiente).
- Nivel de conocimiento en educación, formación cívica de los estudiantes (variable dependiente).
- Políticas y programas para la educación y la formación cívica implementados por el gobierno mexicano (variable independiente).

RESULTADOS

Tomando en cuenta los cuatro municipios que se evaluaron: En Huejotzingo, con niñas y niños que estudian en la primaria "Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez"; Libres, tomando a niñas y niños que estudian en la "Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste"; Puebla, tomando a niñas y niños que estudian en la "Primaria Instituto Francisco Esqueda y Teziutlán", tomando a niñas y niños que estudian en la "Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho". Obteniendo el siguiente resultado:

Para la recolección de la información se tomó como base 5 niños y 5 niñas de 9 años. Se calificaron los conceptos vertidos por los grupos de 0 a 4, siendo cero lo menos probable y 4 lo óptimo. Estableciendo 5 ecuaciones simples para el experimento, que responden a los siguientes rubros.

Tabla 1

Ecuación simple sobre protección de datos personales

Ecuación simple sobre protección de datos personales

Variables	Variables	Fenómeno Hipotético		
(BIO)	Familia	w	Identidad	A
	Escuela	x	Identificable	B
	Amigos	y	Nombre	C
	Medios de Comunicación	z	Imagen	D

Es importante mencionar que los fenómeno hipotéticos se obtuvieron del estudio de los libros de la SEP de primer grado de primaria de Formación Cívica y Ética de 2022, en el que citado hace referencia a algunos conceptos cercanos a los estudiados como

el derecho a la identidad (*datos personales nombre completo, fecha de nacimiento, género, lugar de nacimiento y nacionalidad*), así como el reconocimiento de algunos de los derechos humanos más básicos (vida, recreación, esparcimiento, identidad, familia, alimentación, protección, vivienda, educación, participación, libertad de expresión y salud) (Jiménez Ramírez y Juárez Herrera, 2022).

Por lo anterior, se realizó la siguiente pregunta ¿Cuál es el grado de información que tienen las estudiantes y los estudiantes de cuarto grado de primaria de las escuelas seleccionadas del estado de Puebla sobre la protección de datos personales?



Figura 1. Gráfica de análisis de correlación del grado de conocimientos

Tabla 2

Coeficiente de correlación del grado de conocimientos

	Municipio	Conocimiento
Municipio	1	
Conocimiento	0.42977398	1

Nota. Esta tabla muestra la entrevista realizada por la investigadora a 5 niñas y 5 niños de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niñas y niños que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niñas y niños que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niñas y niños que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niñas y niños que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.

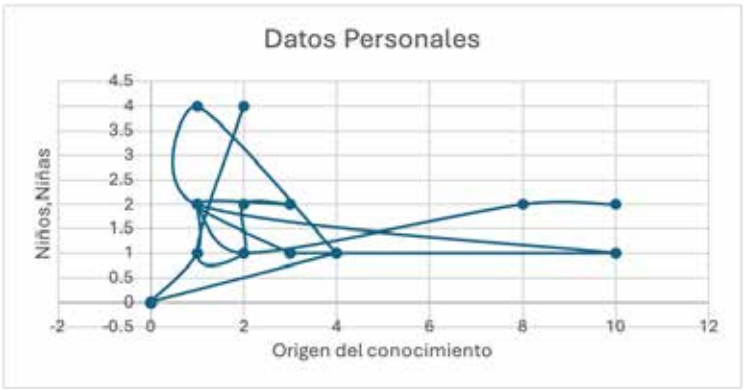


Figura 2. Gráfica de análisis de correlación del origen del conocimiento

Tabla 3

Coeficiente de correlación del origen del conocimiento

	Niños	Origen
Niños	1	
Origen	0.16682952	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niñas y 5 niños de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.

Tabla 4

Ecuación simple sobre el derecho a saber

Ecuación simple sobre el derecho a saber

Variables	Variables		Fenómeno Hipotético	
(BIO)	Familia	w	Información	A
	Escuela	x	Preguntar	B
	Amigos	y	Conocer	C
	Medios de Comunicación	z	Autoridades	D

Es importante hacer mención que los fenómenos hipotéticos se obtuvieron del estudio de los libros de la SEP, de primero a sexto grado de primaria, de Formación Cívica y Ética (2022), los conceptos de información y autoridades; por su parte, preguntar y conocer del libro de tercer grado de primaria. Ahora bien, con referencia al libro de segundo grado, respecto a las "reglas para la convivencia armónica" (Benlliure Bilbao, 2022) cuya competencia es: apego a la legalidad y sentido de justicia, comprensión y aprecio por la democracia, se estudió lo correspondiente a la "libertad de expresión que es el derecho que estamos analizando", por ello todos los niños tienen derecho a decir lo que piensan y sienten, y se reconoce que cada uno tiene ideas propias y pueden cambiar de opinión. (Benlliure Bilbao, 2022).

Por lo anterior, se realizó la siguiente pregunta ¿Cuál es el grado de información que tienen las estudiantes y los estudiantes de cuarto grado de primaria de las escuelas seleccionadas del estado de Puebla sobre EL DERECHO A SABER?



Figura 3. Gráfica de análisis de correlación del grado de conocimientos

Tabla 5

Coeficiente de correlación del grado de conocimientos

	Municipio	Conocimiento
Municipio	1	
Conocimiento	0.09416215	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niños y 5 niñas de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.



Figura 4. Gráfica de análisis de correlación del origen del conocimiento

Tabla 6

Coeficiente de correlación del origen de conocimientos

	Niños	Origen
Niños	1	
Origen	0.16682952	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niños y 5 niñas de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.

Tabla 7
Ecuación simple sobre derechos y obligaciones

Ecuación simple sobre derechos y obligaciones				
Variables	Variables	Fenómeno Hipotético		
(BIO)	Familia	w	Familia	A
	Escuela	x	Vida	B
	Amigos	y	Salud	C
	Medios de Comunicación	z	Educación	D

Es importante hacer mención que los fenómenos hipotéticos se obtuvieron del estudio de los libros de la SEP, de primero a sexto grado de primaria, de Formación Cívica y Ética (2022). Ahora bien, con referencia al libro de cuarto grado, respecto al bloque 1, denominado "Decido con libertad y responsabilidad" reconoce que las personas tienen dignidad y capacidad de ejercer sus derechos, a través de los derechos humanos fundados para resguardar a cada persona y, con ello, aseverar que viva cada uno viva en plenitud, algunos de los derechos que menciona son: "vivir en familia", "vivir una vida libre de violencia", a la "educación", a la "igualdad", a "la vida, libertad" y "seguridad", al "descanso y esparcimiento" y a la "participación". (Chao Rebolledo, Jiménez Muñoz Ledo, Gómez Neri, y Romo Pimentel, 2022).

Por lo anterior, se realizó la siguiente pregunta ¿Cuál es el grado de información que tienen las estudiantes y los estudiantes de cuarto grado de primaria de las escuelas seleccionadas del estado de Puebla sobre DERECHOS Y OBLIGACIONES?



Figura 5. Gráfica de análisis de correlación del grado de conocimientos

Tabla 8
Coeficiente de correlación del grado de conocimientos

	Municipio	Conocimiento
Municipio	1	
Conocimiento	0.99999999	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niños y 5 niñas de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.



Figura 6. Gráfica de análisis de correlación del origen del conocimiento

Tabla 9

Coeficiente de correlación del origen de conocimientos

	Niños	Origen
Niños	1	
Origen	0.16682952	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niños y 5 niñas de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.

Tabla 10

Ecuación simple sobre la transparencia

Ecuación simple sobre la transparencia				
Variables	Variables	Fenómeno Hipotético		
(BIO)	Familia	w	Honestidad	A
	Escuela	x	Publicidad	B
	Amigos	y	Opacidad	C
	Medios de Comunicación	z	Mentira	D

Es importante hacer mención que los fenómenos hipotéticos se obtuvieron de lo que las y los alumnos mencionaron durante el taller, ya que estos conceptos no aparecen sino hasta el libro de quinto grado de Formación Cívica y Ética y solo refiere que las autoridades deben informar sus acciones. Ahora bien, para que esto suceda es necesario que exista "una cultura de la legalidad y honestidad en los servidores públicos" (Romo Pimentel , Deceano Osorio, y Gómez Neri, 2022), es decir, deben hacerlo con: sensatez, con una perfecta aplicación de las leyes, anteponiendo los intereses de la sociedad sobre cualquier interés personal, así como aplicar su cono-

cimiento para cumplir su función e informar sus acciones y los recursos empleados para ello. (Romo Pimentel , Deceano Osorio, y Gómez Neri, 2022).

Por lo anterior, se hace realizó la siguiente pregunta ¿Cuál es el grado de información que tienen las estudiantes y los estudiantes de cuarto grado de primaria de las escuelas seleccionadas del estado de Puebla sobre LA TRANSPARENCIA?



Figura 7. Gráfica de análisis de correlación del grado de conocimientos

Tabla 11

Coeficiente de correlación del grado de conocimientos

	Municipio	Conocimiento
Municipio	1	
Conocimiento	0.0000000	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niños y 5 niñas de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.



Figura 8. Gráfica de análisis de correlación del origen del conocimiento

Tabla 12

Coeficiente de correlación del origen de conocimientos

	Niños	Origen
Niños	1	
Origen	0.0000000	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niños y 5 niñas de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.

Tabla 13

Ecuación simple sobre valores cívicos

Ecuación simple sobre valores cívicos

Variables	Variables		Fenómeno Hipotético	
(BIO)	Familia	w	Honestidad	A
	Escuela	x	Respeto	B
	Amigos	y	Justicia	C
	Medios de Comunicación	z	Equidad	D

Es importante mencionar que los fenómenos hipotéticos se obtuvieron del estudio de los libros de la SEP, de primero a sexto grado de primaria, de Formación Cívica y Ética (2022), los conceptos de respeto y equidad; por su parte, honestidad del libro de cuarto a sexto grado de primaria, y justicia del libro de segundo a cuarto grado de primaria, Ahora bien, con referencia a libro de cuarto grado, respecto al bloque 3, denominado "Actúo en favor de la justicia y la democracia" comienza explicando que "la justicia es necesaria para vivir en democracia y paz", la aplicación de las leyes de forma oportuna, igualitaria y honesta permite la protección de los derechos y bienestar de las personas. Para ello, es necesario entender que "la justicia es dar a cada quien lo que le corresponde cuidando y defendiendo los derechos y necesidades, tomando en consideración sus situaciones personales" (Chao Rebolledo, Jiménez Muñoz Ledo, Gómez Neri, y Romo Pimentel, 2022).

¿Cuál es el grado de información que tienen las estudiantes y los estudiantes de cuarto grado de primaria de las escuelas seleccionadas del estado de Puebla sobre VALORES?



Figura 9. Gráfica de análisis de correlación del grado de conocimientos

Tabla 14

Coeficiente de correlación del grado de conocimientos

	Municipio	Conocimiento
Municipio	1	
Conocimiento	0.02842561	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niños y 5 niñas de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.



Figura 10. Gráfica de análisis de correlación del origen del conocimiento

Tabla 15
Coeficiente de correlación del origen de conocimientos

	Niños	Origen
Niños	1	
Origen	0.16682952	1

Nota. Entrevista realizada por la investigadora a 5 niños y 5 niñas de 9 años de los municipios de: Huejotzingo, con niños y niñas que estudian en la primaria Centro Escolar Profesor Enrique Martínez Márquez; Libres, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria del Centro Escolar Miguel Cástulo De Alatriste; Puebla, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Instituto Francisco Esqueda; y Teziutlán, tomando a niños y niñas que estudian en la Primaria Centro Escolar Presidente Manuel Ávila Camacho. Del 5 al 13 de diciembre de 2022.

CONCLUSIÓN

Una vez concluido el proceso de entrevistas realizadas a niñas y niños de 9 años que estudian en los municipios de Huejotzingo, Libres, Puebla y Teziutlán. Se puede puntualizar que la política educativa tiene aún un gran camino por recorrer para asegurar que los conocimientos respecto a la formación cívica y ciudadana sean fundamentados en el proceso educativo.

Resultados del nivel de conocimiento

Respecto al cuestionamiento del conocimiento que las niñas y los niños tienen de la protección de sus datos personales, se puede establecer una correlación de análisis de datos en los municipios en los que se observa que Huejotzingo ha tenido un decrecimiento en el afianzamiento de este conocimiento, Libres aún no ha podido desarrollar el conocimiento en los estudiantes y en el caso de Puebla y Teziutlán han tenido avances significativos logrando un desarrollo de conocimientos óptimo.

Lo anterior se traduce en una medición de coeficiente de correlación positivo de 0.429 puede establecerse que la tendencia de desarrollo está dirigida a poder aumentar el conocimiento de los "datos personales".

Respecto al cuestionamiento del conocimiento que los niños y niñas tienen del "derecho a saber", se puede establecer una correlación de análisis de datos en los municipios en los que se observa que Huejotzingo no ha podido desarrollar el conocimiento, Libres tuvo un inicio significativo, pero no lo pudo sostener y decreció llevándole al no poder afianzar el conocimiento, al igual que pasó en el caso de Puebla; por su parte Teziutlán no ha podido desarrollar el conocimiento.

Lo anterior se traduce en una medición de coeficiente de correlación positivo que, aunque aún es bajo de apenas 0.094 puede establecerse que la tendencia de desarrollo es incierta, ya que, aunque sean tenido algunos avances, los retrocesos han sido más significativos.

Respecto al cuestionamiento del conocimiento que los niños y las niñas tienen de sus "derechos y obligaciones", se puede establecer una correlación de análisis

de datos en los cuatro municipios: Huejotzingo, Libres, Puebla y Teziutlán han logrado un nivel óptimo de conocimiento en los estudiantes.

Lo anterior se traduce en una medición de coeficiente de correlación positivo alto del 0.999 que puede establecerse que la tendencia de desarrollo afianzada, lo que demuestra que las niñas y los niños están en plenitud de conocer sus derechos y obligaciones.

Respecto al cuestionamiento del conocimiento que los niños y niñas tienen de la transparencia, se puede establecer una correlación de análisis de datos en los cuatro municipios: Huejotzingo, Libres, Puebla y Teziutlán no han logrado desarrollar el conocimiento en las estudiantes y los estudiantes y se encuentran en una situación es escasa comprensión de lo que significa.

Lo anterior se traduce en una medición de coeficiente de correlación neutra del 0.000 que puede establecerse que la tendencia de desarrollo aún no está definida, lo que significa que está abierto a ambas posibilidades: tanto es posible desarrollarla y afianzarla cómo se corre el riesgo de no lograrlo y que los estudiantes se queden desprovistos de la misma.

Respecto al cuestionamiento del conocimiento que los niños y niñas tienen de sus "valores cívicos", se puede establecer una correlación de análisis de datos en los cuatro municipios: Huejotzingo, libres, Puebla y Teziutlán han logrado un nivel óptimo de conocimiento en los estudiantes, aunque en el caso de Puebla se presentó una caída significativa.

Esto se traduce en una medición de coeficiente de correlación positivo en crecimiento del 0.028 que puede establecerse que la tendencia de desarrollo se está afianzando, lo que demuestra que los niños pueden alcanzar la plenitud de conocer sus valores cívicos.

Resultados del origen de conocimientos

Respecto al cuestionamiento del origen de conocimiento que las niñas y los niños tienen de la protección de sus datos personales, se puede establecer una correlación de análisis de datos en los municipios en los que se observa que Huejotzingo tiene como base del aprendizaje del conocimiento a la familia seguido de la escuela; Libres no tiene un origen de conocimiento que lo respalde; Puebla tiene muy bajos niveles principalmente en la familia, la educación y los medios de comunicación; y Teziutlán ha tenido avances significativos apoyados, principalmente, de la familia y de forma secundaria de la educación.

Lo anterior se traduce en una medición de coeficiente de correlación positivo de 0.16682952, puede establecerse que la tendencia de desarrollo está dirigida a poder aumentar el conocimiento de los "datos personales".

Respecto al cuestionamiento del origen de conocimiento que los niños y niñas tienen del "derecho a saber", se puede establecer una correlación de análisis de datos en los municipios en los que se observa que Huejotzingo no tiene un origen

de conocimiento que lo respalde; Libres tiene muy bajos niveles principalmente en la familia, la educación, al igual que pasó en el caso de Puebla; por su parte, Teziutlán no tiene un origen de conocimiento que lo respalde.

Esto se traduce en una medición de coeficiente de correlación positivo que, aunque aún es bajo de apenas 0.16682, puede establecerse que la tendencia de desarrollo es incierta, ya que, aunque sean tenido algunos avances, los retrocesos han sido más significativos.

Respecto al cuestionamiento del origen de conocimiento que los niños y niñas tienen de sus "derechos y obligaciones", se puede establecer una correlación de análisis de datos en los cuatro municipios: Huejotzingo, Libres, Puebla y Teziutlán han logrado tener un origen sólido apoyándose principalmente en la familia seguido de la educación y en algunos casos los amigos.

Lo anterior se traduce en una medición de coeficiente de correlación positivo alto del 0.1668 que puede establecerse que la tendencia de desarrollo afianzada, lo que demuestra que los niños están en plenitud de conocer sus derechos y obligaciones.

Respecto al cuestionamiento del origen del conocimiento que los niños y niñas tienen de la transparencia se puede establecer una correlación de análisis de datos en los cuatro municipios: Huejotzingo, Libres, Puebla y Teziutlán no hay un origen de conocimientos en los estudiantes y se encuentran en una situación desprovista de lo que significa.

Esto se traduce en una medición de coeficiente de correlación neutral del 0.000 que puede establecerse que la tendencia de desarrollo aún no está definida, lo que significa que está abierto a ambas posibilidades: tanto es posible desarrollarla y afianzarla, como se corre el riesgo de no lograrlo y que los estudiantes se queden desprovistos de la misma.

Respecto al cuestionamiento del origen de conocimiento que los niños y niñas tienen de sus "valores cívicos", se puede establecer una correlación de análisis de datos en los municipios en los cuatro municipios: Huejotzingo, Libres, Puebla y Teziutlán han logrado tener un origen sólido apoyándose principalmente en la familia seguido de la educación y en algunos casos los amigos.

Esto se traduce en una medición de coeficiente de correlación positivo en crecimiento del 0.1668 que puede establecerse que la tendencia de desarrollo se está afianzando, lo que demuestra que los niños pueden alcanzar la plenitud de conocer sus valores cívicos.

Aunque como se puede observar por la obtención de los datos recuperados en el experimento, en el que la principal fuente de formación cívica en los niños y niñas estudiantes de primaria de los diferentes municipios del estado de Puebla, está todavía en manos de la familia. Se puede observar que hay un avance significativo en las políticas educativas implementadas por el gobierno, que buscan establecer un proceso en el cual la formación de ciudadanos se base en un modelo democrático sustentado en la transparencia pública y la rendición de cuentas.

REFERENCIAS

Gobierno de la República. (20 de diciembre de 2023). *Reforma Educativa*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/2924/Resumen_Ejecutivo_de_la_Reforma_Educativa.pdf

Benlliure Bilbao, M. I. (2022). *Formación Cívica y Ética Segundo Grado*. Dirección General de Materiales Educativos. https://libros.conaliteg.gob.mx/2022/P2FCA.htm

Caballero Álvarez, R. (16 de mayo de 2016). *La educación cívica en el México del siglo XXI: Perspectivas y expectativas*. Derecho Electoral. https://www.te.gob.mx/eje/media/pdf/47ef6c09c0a7b55.pdf

Chao Rebolledo, C., Jiménez Muñoz Ledo, M. C., Gómez Neri, M. J., y Romo Pimentel, M. (2022). *Formación Cívica y Ética, Cuarto Grado, Primaria, elaborado por la Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública*. https://libros.conaliteg.gob.mx/2022/P4FCA.htm

Dirección Ejecutiva de Capacitación Electoral y Educación Cívica. (2011). *Estrategia Nacional de Educación Cívica para el Desarrollo de la Cultura Política Democrática en México 2011-2015*. IFE. https://portalanterior.ine.mx/archivos2/s/DECEYEC/EducacionCívica/ENEC_DocRector.pdf

Jiménez Ramírez, G. Y., y Juárez Herrera, M. E. (2022). *Formación Cívica y Ética, primer grado*. Dirección General de Materiales Educativos. https://libros.conaliteg.gob.mx/2022/P1FCA.htm

Romo Pimentel , M., Deceano Osorio, S., y Gómez Neri, M. J. (2022). *Formación Cívica y Ética. Quinto Grado. Primaria. Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública*. https://libros.conaliteg.gob.mx/2022/P5FCA.htm#page/1

Sánchez Zamora, R. (2015). *Mejores práctivas de transparencia, Índice de percepción de corrupoción en niños*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Segovia, R. (2014). *La politización del niño mexicano*. Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.

Tapia Nava, É., Santos Cano, T., Jiménez Muñoz Ledo , M. C., Sotelo Orozco, M., y Gómez Neri, M. J. (02 de 11 de 2022). *Formación Cívica y Ética. Tercer Grado. Primaria, Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública*. https://libros.conaliteg.gob.mx/2022/P3FCA.htm

Villalvazo Ruiz, A. (Julio- diciembre de 2016). *Las reformas educativas en México*. Ethos Educativo: https://imced.edu.mx/Ethos/Archivo/49/49_4.pdf

Recepción: **Octubre 23, 2024** | Aceptación: **Octubre 3, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza: análisis documental

Integration of artificial intelligence in education: Documentary analysis

—

Elfer Isaías Clemente Camacho[1]
elfer.clemente@unach.mx
ORCID: 0009-0007-6420-5485

Marco Alejandro Gómez López[1]
marco.gomez@unach.mx
ORCID: 0009-0007-0414-2582

Mario de Jesús Quintero Espinosa[1]
mario.quintero@unach.mx
ORCID: 0009-0009-0640-3912

1 Facultad de Humanidades, Campus VI. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. México

Para citar este artículo:
Clemente Camacho, E. I., Gómez López, M. A., & Quintero Espinosa, M. de J. Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza: análisis documental. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a03

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio bibliográfico que tiene como objetivo analizar la aplicación de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. Fueron consultadas diversas fuentes de información tanto digitales como impresas. Se emplea una metodología documental que incluye investigación bibliográfica y cualitativa. Como resultado del análisis, se concluye que la integración de la inteligencia artificial en la enseñanza puede tener un gran impacto en el aprendizaje de los estudiantes, al ofrecer nuevas herramientas y posibilidades de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave:

Inteligencia artificial; enseñanza; bibliografía; análisis documental; educación.

— Abstract—

This paper is a bibliographic study that aims to analyze the application of artificial intelligence in the educational field. Several sources of information, both digital and printed, were consulted. A documentary methodology that includes bibliographic and qualitative research was used, which gave rise to collect, organize and analyze the information. The analysis focuses on the evaluation of the importance of biobibliography. As a result of the analysis, it is concluded that the integration of artificial intelligence in teaching can have a great impact on student learning by offering new tools and possibilities for teaching and learning.

Keywords:

Artificial intelligence; teaching; bibliography; documentary analysis education.

La Inteligencia Artificial (IA) es una tecnología en constante evolución que se ha ido integrando en múltiples áreas de nuestra sociedad, desde la industria hasta la medicina. En el ámbito educativo, la IA ha empezado a ser objeto de interés por su potencial para transformar la manera en que se enseña y se aprende.

La integración de la IA en la enseñanza implica el uso de herramientas y técnicas que permiten a los docentes personalizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, adaptándola a sus necesidades individuales y promoviendo su desarrollo integral. Además, la IA también puede ayudar a los educadores a identificar patrones de aprendizaje y a analizar datos para tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar el proceso educativo.

La incorporación de la IA en la educación no solo tiene el potencial de mejorar el proceso de enseñanza, sino también de transformar los roles tradicionales del docente y del estudiante. En lugar de ser transmisores de conocimiento, los educadores pueden pasar a ser facilitadores del aprendizaje, mientras que los estudiantes se convierten en los principales actores en la construcción de su propio conocimiento.

No obstante, a pesar de las posibilidades que ofrece la IA en el ámbito educativo, también existen desafíos importantes que deben ser considerados. Por ejemplo, la implementación de la IA requiere de un cambio cultural y pedagógico en las instituciones educativas, así como de una inversión significativa en infraestructura y capacitación para los docentes. Asimismo, es necesario tener en cuenta los riesgos y desafíos éticos que pueden surgir, como la privacidad de los datos de los estudiantes y la posibilidad de perpetuar sesgos y discriminación.

En este sentido, es importante destacar que la IA no busca reemplazar a los docentes, sino más bien complementar su trabajo y ofrecer nuevas oportunidades para mejorar la calidad del aprendizaje. Como menciona Sánchez et al. (2019), "la IA no debe ser vista como una amenaza para la labor docente, sino como una herramienta que puede ayudar a los educadores a lograr mejores resultados".

Uno de los aspectos más interesantes de la implementación de la IA en la enseñanza es su capacidad para personalizar la educación y adaptarla a las necesidades individuales de cada estudiante. Esto es especialmente relevante en un contexto donde la diversidad es cada vez más evidente en las aulas. Según indica Álvarez-Valero et al (2021) la IA puede ayudar a los docentes a comprender mejor las necesidades de aprendizaje de cada estudiante y adaptar el contenido, el ritmo y la metodología de enseñanza a sus características individuales. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, también existen riesgos y desafíos que deben ser considerados en la implementación de la IA en la educación. Por ejemplo, la privacidad de los datos de los estudiantes es una cuestión fundamental que debe ser abordada con responsabilidad y rectitud. Además, debe asegurarse que la IA no perpetúe sesgos y discriminación, lo cual puede ocurrir si se utilizan algoritmos que reflejen prejuicios y estereotipos sociales.

En este contexto, el presente artículo tiene como propósito llevar a cabo un análisis documental acerca de la integración de la IA en la enseñanza, con el fin de

identificar las tendencias y los desafíos en este ámbito. Para ello, se revisarán los estudios más relevantes y recientes sobre el tema, y se discutirán las implicaciones que tiene la IA en la educación. Se espera que este análisis contribuya a generar un mayor entendimiento sobre el papel de la IA en la enseñanza y a promover una discusión informada sobre su implementación en las instituciones educativas.

La integración de la IA en la enseñanza tiene el potencial de transformar la manera en que se enseña y se aprende, ofreciendo nuevas oportunidades para personalizar la educación y mejorar la calidad del proceso educativo. Sin embargo, es necesario abordar los retos y riesgos que surgen con su aplicación, para asegurar que se utilice de manera ética y responsable. En este sentido, se espera que el análisis documental que se llevará a cabo en este artículo contribuya a generar un mayor entendimiento sobre el tema y a promover una implementación informada y consciente de la IA en la educación.

METODOLOGÍA

Se empleó una metodología de análisis documental con un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, con el propósito de identificar y realizar un análisis de resultados de diversas investigaciones abonando al estado del arte de la integración de la inteligencia artificial en la educación.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación se abordó bajo el siguiente procedimiento: definición de los criterios de búsqueda, selección de investigaciones correspondientes a los criterios, análisis y sistematización de la información, y presentación de los resultados.

La búsqueda se realizó en fuentes como Google Académico, Dialnet, Eric, Scielo, documentos publicados entre 2020-2024 tanto en español como en inglés, teniendo variables como: inteligencia artificial, educación, integración de la inteligencia artificial, se encontraron una diversa gama de artículos y documentos que dan respuesta a los criterios de la investigación, de los cuales se analizaron en el presente trabajo ocho documentos para su análisis. También se recurrió a fuentes de publicaciones secundarias, como reseñas y referencias de revistas digitales para la realización del análisis de la información.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Análisis del artículo: "Incidencia de la Inteligencia Artificial en la Educación"

El artículo “Incidencia de la Inteligencia Artificial en la Educación” de Valencia Tafur y Figueroa Molina (2023) presenta un estudio bibliométrico que analiza la producción científica sobre la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo entre 2013 y 2023. Con un enfoque descriptivo no experimental, se examinan 939 documentos extraídos de la base Scopus, con el objetivo de identificar tendencias de

investigación, redes de colaboración y temáticas predominantes en este campo. Para ello, se emplean técnicas bibliométricas y el software VOSviewer, que permite visualizar co-citaciones y co-ocurrencias conceptuales entre autores y temas.

Los resultados muestran un crecimiento sostenido en las publicaciones sobre IA educativa, especialmente entre 2017 y 2022, cuando el número de trabajos pasó de 39 a 342 por año. Esta expansión refleja el creciente interés académico por integrar tecnologías inteligentes en los procesos formativos. El análisis de palabras clave reveló seis clústeres principales, con términos frecuentes como "*Artificial Intelligence*", "*education*", "*students*", "*virtual reality*", "*robotics*" y "*gamification*". Estos conceptos evidencian la diversidad de enfoques metodológicos y de aplicación, que abarcan desde sistemas tutores inteligentes hasta experiencias inmersivas de aprendizaje.

En la distribución geográfica, predominan los países desarrollados: Estados Unidos lidera la producción científica (148 documentos), seguido de Reino Unido (134) y China (75). En América Latina, destacan Brasil (17) y México (14), lo que evidencia una brecha digital y académica relacionada con la inversión en tecnología educativa y capacidades de investigación. Los trabajos más citados abordan temas como la ética de la IA, el desarrollo de sistemas tutores inteligentes y el impacto de la pandemia por COVID-19 en la educación.

El marco teórico repasa la evolución de la IA desde Turing (1950) hasta sus aplicaciones actuales, resaltando beneficios como la automatización administrativa, la personalización del aprendizaje, la detección temprana de problemas y el apoyo a estudiantes con necesidades especiales. También se señalan desafíos éticos y prácticos, entre ellos la privacidad de datos, los sesgos algorítmicos y la capacitación docente, adoptando una postura crítica y equilibrada.

Los autores reconocen limitaciones: el uso exclusivo de Scopus excluye otras fuentes relevantes, y el predominio del inglés puede invisibilizar aportes en otros idiomas. Además, el análisis bibliométrico no permite evaluar la calidad metodológica ni el impacto real de las investigaciones, por lo que sugieren complementar con revisiones cualitativas para identificar enfoques verdaderamente transformadores.

Análisis del artículo: "Incidencias de la Inteligencia Artificial en la Educación"

El artículo "Incidencias de la Inteligencia Artificial en la Educación" de Tomalá De La Cruz, Mascaró Benites, Carrasco Cachinelli y Aroni Caicedo (2023) constituye una revisión documental bibliográfica que examina cómo la inteligencia artificial ha transformado los procesos de enseñanza, aprendizaje y gestión educativa en el contexto contemporáneo. Los autores emplean una metodología de revisión sistemática de literatura científica, consultando bases de datos como SciELO, Dialnet, Comunicar y RIPIIE, con criterios de inclusión que privilegian publicaciones en español e inglés de los últimos doce años. El objetivo central del estudio

es documentar el impacto de la IA en diferentes dimensiones del sistema educativo, posicionándola como una herramienta transformadora que puede contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS4 sobre educación de calidad. El artículo se estructura en torno a definiciones conceptuales, evolución histórica, aplicaciones pedagógicas y consideraciones éticas, ofreciendo un panorama comprehensivo, aunque descriptivo del fenómeno.

Los autores trazan la evolución histórica de la IA desde su surgimiento formal en 1956 en el Dartmouth College hasta las aplicaciones educativas contemporáneas, destacando hitos como el desarrollo de computadoras personales en los años 70-80, los agentes inteligentes de los años 90, y la explosión actual impulsada por Big Data y aprendizaje profundo. Esta narrativa cronológica resulta útil para contextualizar el acelerado desarrollo tecnológico, aunque el artículo carece de análisis crítico sobre las razones del fracaso de los "primeros intentos" mencionados de implementar IA en educación. Los autores identifican tres términos clave relacionados con la IA: aprendizaje automático (machine learning), aprendizaje profundo (deep learning) y Big Data, explicando cómo estas tecnologías convergen para posibilitar sistemas educativos adaptativos y personalizados. Sin embargo, la exposición permanece predominantemente descriptiva, sin profundizar en las arquitecturas algorítmicas específicas ni en los mecanismos mediante los cuales estas tecnologías efectivamente "personalizan" el aprendizaje.

El análisis de las aplicaciones pedagógicas de la IA identifica tres enfoques principales: chatbots o agentes conversacionales inteligentes, plataformas de autoaprendizaje en línea, y robótica educativa. Los autores argumentan que los chatbots pueden actuar como tutores virtuales que proporcionan retroalimentación sincrónica sin requerir presencia docente constante, mientras que la robótica educativa permite a los estudiantes familiarizarse con tecnologías del futuro mediante experiencias prácticas y colaborativas. Las plataformas de autoaprendizaje, según el artículo, utilizan algoritmos adaptativos para ofrecer trayectorias personalizadas basadas en perfiles, respuestas e interacciones individuales. No obstante, esta sección presenta debilidades metodológicas significativas: los autores no proporcionan evidencia empírica sobre la efectividad comparativa de estas herramientas versus métodos tradicionales, ni discuten las condiciones infraestructurales necesarias para su implementación exitosa en contextos latinoamericanos con recursos limitados.

El documento dedica atención considerable a aplicaciones administrativas de la IA en procesos de supervisión de calidad educativa, admisión y retención universitaria, detección temprana de problemas conductuales, y apoyo a estudiantes con discapacidades. Estas propuestas resultan ambiciosas, pero problemáticamente especulativas. Por ejemplo, los autores sugieren que sistemas basados en IA podrían recopilar información genética, ambiental y actitudinal de estudiantes para predecir y prevenir problemas de conducta violenta, incorporando datos sobre el "árbol genealógico, edad de gestación, consumo de drogas por los padres, estabilidad económica familiar y refuerzos sociales recibidos". Esta propuesta, aunque presentada

como innovadora, plantea interrogantes éticos fundamentales sobre privacidad, vigilancia, determinismo biológico y posibles sesgos discriminatorios que el artículo no aborda adecuadamente. La recomendación de usar IA para "estrategias metodológicas" con personas con discapacidad igualmente carece de especificidad sobre diseño universal, accesibilidad y participación de las comunidades afectadas en el desarrollo tecnológico.

Las consideraciones éticas y desafíos identificados incluyen protección de privacidad de datos estudiantiles, sesgos algorítmicos que podrían perpetuar inequidades, brecha digital entre países desarrollados y en desarrollo, y la necesidad de equilibrar automatización con interacción humana. Los autores reconocen que en América Latina existe "fragmentación sustancial" en digitalización y conectividad, particularmente en zonas rurales marginadas, lo cual podría impedir que las "promesas de educación personalizada" se materialicen donde más se necesitan. Esta observación resulta crucial pero insuficientemente desarrollada: el artículo no propone soluciones concretas ni analiza críticamente si la inversión masiva en IA educativa constituye la prioridad óptima para sistemas con carencias básicas de infraestructura, capacitación docente y materiales pedagógicos fundamentales. La perspectiva adoptada tiende hacia el optimismo tecnológico sin examinar rigurosamente si la IA representa verdaderamente la respuesta apropiada a los desafíos educativos latinoamericanos contemporáneos.

El análisis desde múltiples perspectivas (docente, estudiantil, investigadora e institucional) constituye una fortaleza conceptual del artículo, reconociendo que la transformación educativa requiere alineamiento sistémico. Los autores señalan correctamente que los docentes necesitan alfabetización en IA no solo técnica sino también ético-filosófica, que los estudiantes deben desarrollar competencias digitales como pensamiento computacional, y que las instituciones requieren marcos de políticas consensuadas para regular el uso ético de estas tecnologías. Sin embargo, estas recomendaciones permanecen abstractas y programáticas, sin ofrecer guías operativas concretas ni considerar las limitaciones presupuestarias, políticas y culturales que enfrentan las instituciones educativas reales. La propuesta de crear un "Observatorio Ético de IA en materia de Educación" resulta valiosa pero descontextualizada de las estructuras de gobernanza educativa existentes en la región. Adicionalmente, el artículo concluye afirmando que la IA "fácilmente puede convertirse en el mejor aliado de estudiantes y docentes", declaración que contrasta con el reconocimiento previo de múltiples desafíos sustanciales y evidencia la tensión entre el optimismo promocional y el análisis crítico riguroso que atraviesa todo el documento.

Análisis del artículo: "El Impacto de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza y el Aprendizaje"

El artículo "El impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza y el aprendizaje" de Álvarez Merelo y Cepeda Morante (2024) presenta un estudio empírico que combina revisión teórica con investigación de campo mediante encuestas aplicadas a 21 docentes de diferentes áreas educativas en Quevedo, Ecuador. El propósito declarado es analizar cómo la IA está transformando los procesos educativos, identificando beneficios, desafíos y consideraciones éticas asociadas. La metodología combina métodos estadísticos y técnicas cualitativas para identificar patrones en las percepciones docentes. Sin embargo, la muestra de 21 participantes resulta notablemente limitada para generalizar hallazgos sobre el "impacto de la IA en la educación", y el artículo no especifica criterios de selección muestral, técnicas de muestreo empleadas ni instrumentos de validación del cuestionario, debilitando significativamente la robustez metodológica del estudio. La estructura del artículo mezcla revisión histórica, taxonomía de tecnologías de IA educativa, resultados empíricos y discusión, pero carece de una articulación coherente entre estos componentes.

La revisión histórica traza la evolución de la IA en educación desde los años 1950-1960 hasta tendencias actuales, destacando hitos como el programa LOGO de Seymour Papert en los años 70, sistemas de tutoría inteligente en los 80-90, y desarrollos recientes en aprendizaje adaptativo y análisis de datos. Curiosamente, los autores dedican espacio considerable a explicar la evolución de la Web 1.0 a la Web 2.0, un contenido tangencial que no conecta claramente con la IA y que parece descontextualizado respecto al objetivo central del artículo. Esta digresión sobre tecnologías web consume espacio valioso sin aportar comprensión específica sobre algoritmos de IA, aprendizaje automático o sistemas inteligentes aplicados a educación. La narrativa histórica, aunque informativa, permanece superficial y no analiza críticamente por qué ciertas tecnologías educativas con IA fracasaron o tuvieron adopción limitada ni examina las condiciones infraestructurales, políticas y culturales que determinan el éxito o fracaso de estas innovaciones en contextos específicos.

La taxonomía de tecnologías de IA aplicadas a educación identifica cinco categorías: sistemas de tutoría inteligente (ITS), chatbots educativos, realidad virtual y aumentada, evaluación automatizada, y personalización del aprendizaje. Los autores describen brevemente cada tecnología, pero sin profundizar en sus fundamentos algorítmicos, evidencia empírica de efectividad, o condiciones de implementación exitosa. Por ejemplo, al discutir los Entornos de Aprendizaje Interactivos (ILE), mencionan que combinan sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) con "funcionalidades propias de un modelo interactivo", pero no especifican qué constituye exactamente estas funcionalidades ni cómo la IA facilita la "comprensión profunda de conceptos" más allá de sistemas tradicionales. La discusión

sobre personalización del aprendizaje reconoce la "diversidad estudiantil" pero no articula mecanismos concretos mediante los cuales la IA identifica estilos de aprendizaje, adapta contenidos o evalúa la efectividad de sus adaptaciones, limitándose a afirmaciones generales sobre "adaptar contenido según necesidades individuales".

Los resultados de la encuesta a 21 docentes revelan que 90.5 % considera tener conocimiento medio sobre IA en educación, 76.2 % ha utilizado herramientas de IA en su práctica, y 47.6 % identifica el fomento de colaboración como principal beneficio. El análisis de estos datos, sin embargo, es meramente descriptivo y carece de triangulación con otras fuentes o métodos. Los autores no reportan información demográfica relevante de los participantes (antigüedad docente, nivel educativo donde enseñan, formación tecnológica previa) ni explican qué herramientas de IA específicas han utilizado los docentes, limitando severamente la interpretabilidad de los hallazgos. Cuando el 47.6 % identifica "dependencia excesiva de tecnología" como principal desafío, no queda claro si esta preocupación deriva de experiencias concretas con IA o de ansiedades tecnológicas generales. La falta de preguntas abiertas o entrevistas complementarias impide comprender las razones subyacentes a estas percepciones, reduciendo los resultados a estadísticas superficiales sin profundidad explicativa.

La discusión de desafíos éticos y sociales identifica correctamente preocupaciones sobre equidad y acceso, privacidad y seguridad de datos, transparencia algorítmica, dependencia tecnológica, y control/autonomía. Sin embargo, el tratamiento de estos temas permanece abstracto y programático, sin proponer marcos analíticos específicos ni soluciones operativas. Por ejemplo, al mencionar que "no todos los estudiantes tienen el mismo acceso a dispositivos tecnológicos", los autores reconocen la brecha digital pero no analizan cómo la implementación de IA podría exacerbar o mitigar estas inequidades en el contexto ecuatoriano específico. La referencia a que "la mayoría de los docentes se sienten relativamente cómodos con el tema" contradice el hecho de que solo 4.8 % reporta conocimiento alto, sugiriendo posiblemente sobreestimación de competencias o confusión entre familiaridad superficial y comprensión profunda. Esta tensión no se explora críticamente en el análisis.

El hallazgo más revelador quizás sea que 66.7 % de docentes identifica "programas de capacitación específicos" como apoyo más necesario, seguido por acceso a recursos educativos (28.6 %) y apoyo técnico (4.8 %). Esto sugiere una conciencia generalizada de déficit formativo entre docentes ecuatorianos respecto a IA educativa. Sin embargo, el artículo no traduce este hallazgo en recomendaciones concretas sobre diseño curricular de estos programas, competencias específicas a desarrollar o modelos de implementación viable.

En esta investigación podemos ver que se afirma que "con un enfoque cuidadoso y una inversión en desarrollo profesional, la inteligencia artificial puede convertirse en una herramienta poderosa", pero esta declaración genérica carece de especificidad sobre qué constituye exactamente un "enfoque cuidadoso" o qué

tipo de inversiones se requieren. El artículo no contextualiza sus hallazgos dentro de las realidades presupuestarias, infraestructurales y políticas del sistema educativo ecuatoriano, limitando su utilidad práctica para formuladores de política o administradores educativos.

Análisis del artículo "Una perspectiva sobre la inteligencia artificial en la educación"

El artículo titulado "Una perspectiva sobre la inteligencia artificial en la educación" de Navarrete-Cazales y Manzanilla-Granados (2023) examina el impacto de la inteligencia artificial (IA) en los procesos educativos, considerando su evolución histórica, sus fundamentos tecnológicos y sus implicaciones sociales y pedagógicas. Los autores presentan inicialmente un recorrido histórico que permite entender el surgimiento de la IA desde los aportes de Alan Turing y John McCarthy hasta la consolidación de las redes neuronales modernas. Esta introducción teórica es fundamental para comprender el enfoque crítico que los autores adoptan en torno a la automatización educativa, destacando que la IA no es un fenómeno reciente, sino un campo en constante desarrollo que ahora penetra de manera significativa en la educación.

El artículo se profundiza en la explicación técnica de cómo funcionan las redes neuronales, utilizando metáforas sencillas que permiten al lector no especializado comprender procesos complejos como el aprendizaje automático, el ajuste de pesos y las funciones de activación. Los autores destacan que, aunque la IA puede ofrecer respuestas rápidas y precisas, su uso en el aprendizaje no siempre es transparente, lo que puede generar malentendidos en estudiantes que desconocen los fundamentos matemáticos que hay detrás de los resultados. Este enfoque es relevante porque enfatiza la necesidad de mantener una comprensión crítica de las tecnologías empleadas en el aula, evitando que se conviertan en "cajas negras" cuya autoridad no se cuestione.

Uno de los aportes centrales del texto es la discusión sobre el creciente interés de las grandes corporaciones tecnológicas —como Google, Microsoft, Amazon, IBM y Apple— en el ámbito educativo. Los autores analizan cómo estas empresas ofrecen plataformas basadas en IA que prometen personalizar la enseñanza y automatizar tareas, pero que también representan un negocio multimillonario. Se plantea que la educación se ha convertido en un mercado potencial para estas compañías, lo que genera preocupaciones sobre la concentración de poder, la desigualdad en el acceso y la dependencia tecnológica de países en desarrollo como México. Este análisis permite entender que la integración de la IA en la educación no es un fenómeno neutral, sino que está atravesado por intereses económicos y geopolíticos.

Asimismo, el artículo aborda con profundidad las implicaciones sociales y económicas que la adopción masiva de la IA puede tener en los sistemas educativos. Se mencionan desafíos como el desplazamiento potencial de docentes, la brecha digital que podría ampliarse entre sectores sociales, los altos costos asociados al

acceso a estas tecnologías y los posibles impactos ambientales por el incremento en el consumo energético. Estas reflexiones permiten ampliar la discusión más allá de los aspectos tecnológicos, incluyendo dimensiones éticas, sociales y de justicia educativa, que resultan fundamentales para una integración responsable de la IA en las aulas.

Los autores también recuperan los pronunciamientos y lineamientos emitidos por la UNESCO en relación con la IA y la educación. Se subraya la importancia de un enfoque humanista que promueva la equidad, la inclusión y el respeto a los derechos humanos, evitando que la tecnología amplíe desigualdades ya existentes. Además, se destaca la necesidad de políticas públicas que regulen el uso de la IA, fomenten la colaboración entre países y garanticen un acceso equitativo a estas herramientas. Esta perspectiva normativa es relevante porque orienta la discusión hacia la construcción de marcos regulatorios que acompañen la innovación tecnológica con responsabilidad social.

En el caso mexicano, Navarrete-Cazales y Manzanilla-Granados (2023) plantean que es necesario impulsar el desarrollo nacional de software educativo y fortalecer la infraestructura tecnológica local para evitar una dependencia excesiva de proveedores internacionales. Los autores sugieren que el país cuenta con el talento académico y técnico suficiente para desarrollar herramientas propias, pero carece de una política pública integral que articule estos esfuerzos. Esta propuesta es significativa porque resalta la posibilidad de una alternativa local frente al modelo hegemónico de las grandes corporaciones, alineada con principios de soberanía tecnológica y equidad educativa.

Esta investigación concluye señalando que la enseñanza automática mediante IA no debe entenderse como un reemplazo de la educación tradicional, sino como un complemento potencial. A corto plazo, la IA no puede sustituir los valores, vínculos sociales ni la interacción humana que son esenciales para la formación integral de las personas. Además, aún no existen estudios concluyentes sobre los efectos a largo plazo de su uso intensivo desde edades tempranas. Por ello, los autores enfatizan la necesidad de una integración gradual, crítica y regulada, que combine innovación tecnológica con principios pedagógicos y éticos sólidos.

Análisis del artículo: "Una Revisión Sistemática del Uso de la Inteligencia Artificial en la Educación"

En esta investigación llamada "Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación" de Bolaño-García y Duarte-Acosta (2024) presenta una revisión sistemática de literatura que examina las tendencias, aplicaciones, beneficios y limitaciones de la IA en contextos educativos. Los autores emplean una metodología cualitativa estructurada en cinco etapas, utilizando Scopus como fuente primaria de consulta y VOS viewer como herramienta de análisis bibliométrico. La búsqueda arrojó 377 publicaciones bajo la ecuación "Artificial

Intelligence in Education", sin restricción temporal, lo cual constituye una fortaleza metodológica al permitir análisis evolutivo desde 1976 hasta 2023. El objetivo declarado es identificar tendencias, áreas de aplicación, beneficios y limitaciones de la IA educativa, posicionando el trabajo como síntesis comprehensiva del campo. La estructura del artículo integra coherentemente estado del arte, metodología, resultados cuantitativos bibliométricos, discusión temática y conclusiones, ofreciendo mayor cohesión que los artículos previamente analizados en esta serie.

El estado del arte presenta cuatro aplicaciones principales de IA educativa con mayor profundidad analítica que revisiones previas. Primero, la retroalimentación en tiempo real, que los autores argumentan es "esencial para un aprendizaje efectivo" al permitir ajustes inmediatos del desempeño estudiantil y personalización según fortalezas/debilidades individuales. Segundo, la personalización del aprendizaje, descrita como práctica que "reconoce y abraza la diversidad" estudiantil mediante adaptación de materiales a necesidades, intereses y habilidades únicas. Tercero, la identificación de estudiantes en riesgo de abandono, mediante análisis de grandes volúmenes de datos (calificaciones, asistencia, comportamiento) usando algoritmos de aprendizaje automático para detectar patrones predictivos. Cuarto, el apoyo a educadores, mediante automatización de tareas administrativas y evaluativas, liberando tiempo para interacción directa. Los autores proporcionan ejemplos concretos de plataformas (ScribeSense, Pear Deck, Quillionz) y citan evidencia empírica de efectividad, particularmente un estudio en China sobre reducción de deserción, fortaleciendo las afirmaciones con datos versus meras especulaciones.

No obstante, el tratamiento de beneficios carece de análisis crítico riguroso sobre las premisas fundamentales. Por ejemplo, la afirmación de que la personalización del aprendizaje "puede conducir a mayor retención de conocimientos y comprensión más profunda de conceptos" no se sustenta con metaanálisis o revisiones sistemáticas que cuantifiquen estos efectos. La asunción implícita de que "diversidad estudiantil" requiere necesariamente personalización tecnológica ignora décadas de investigación pedagógica sobre diferenciación instruccional efectiva mediante métodos no tecnológicos. La descripción de retroalimentación en tiempo real como "esencial" para aprendizaje efectivo contradice evidencia educativa que demuestra valor del tiempo diferido para reflexión metacognitiva. Los autores presentan la automatización de evaluación como beneficio inequívoco sin considerar investigaciones que cuestionan la validez de calificaciones automatizadas para evaluar competencias complejas como pensamiento crítico, creatividad o argumentación sofisticada. Esta tendencia hacia el optimismo tecnológico sin contrapeso crítico debilita la objetividad científica del análisis.

La discusión de desafíos y limitaciones constituye la sección más valiosa del artículo, abordando cinco áreas problemáticas con mayor especificidad que trabajos previos. Primero, la calidad de datos: si los datos no son "precisos y representativos", la IA proporciona retroalimentación "incorrecta o inefectiva" que

afecta negativamente el aprendizaje. Segundo, resistencia al cambio: educadores pueden sentirse "incómodos con automatización" y temer que la IA "sustituya la interacción humana necesaria". Tercero, costos: la inversión en tecnología IA puede ser "demasiado costosa" para instituciones con recursos limitados. Cuarto, falta de comprensión algorítmica: educadores y estudiantes "no comprenden cómo funcionan los algoritmos", generando desconfianza. Quinto, privacidad y seguridad: preocupaciones sobre recopilación de datos personales y su potencial venta a terceros. Estos desafíos representan obstáculos sustanciales para implementación exitosa, pero los autores no priorizan ni cuantifican su importancia relativa, ni proponen marcos analíticos para evaluar *trade-offs* entre beneficios y riesgos en contextos específicos.

Las conclusiones y recomendaciones ofrecen orientaciones programáticas valiosas, pero insuficientemente operacionalizadas. Los autores concluyen correctamente que la IA "debe ser parte de una estrategia integral" y requiere "enfoque equilibrado y crítico", pero no especifican qué constituye tal estrategia o equilibrio. Las siete recomendaciones (desarrollar políticas claras, capacitar educadores, fomentar colaboración interdisciplinaria, asegurar transparencia ética, priorizar accesibilidad/inclusión, realizar evaluaciones rigurosas, fomentar participación estudiantil) son sensatas pero genéricas, aplicables virtualmente a cualquier innovación educativa. Particularmente valiosa es la recomendación de "priorizar el uso de la IA para mejorar accesibilidad e inclusión, especialmente para estudiantes con discapacidades y comunidades marginadas", una perspectiva de justicia social frecuentemente ausente en literatura tecno-optimista.

Análisis del artículo: "Análisis del Impacto de la Inteligencia Artificial ChatGPT en los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Universitaria"

El artículo "Análisis del impacto de la inteligencia artificial ChatGPT en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria" de Ojeda, Solano-Barliza, Ortega Álvarez y Boom Cárcamo (2023) presenta un estudio exploratorio que examina el potencial impacto de ChatGPT en contextos universitarios mediante una metodología cualitativa de análisis de contenido. El diseño metodológico incluye revisión bibliográfica en Scopus (89 documentos refinados a 32 artículos), entrevista estructurada directamente a ChatGPT como fuente de información, y análisis de calidad de contenidos generados por la herramienta mediante software antiplagio Turnitin. Esta aproximación metodológica resulta innovadora al "entrevistar" directamente a la IA como sujeto de estudio, aunque plantea cuestiones epistemológicas fundamentales sobre la validez de usar respuestas autogeneradas por un sistema algorítmico como evidencia sobre sus propias capacidades y limitaciones. El objetivo declarado es analizar ventajas, usos y aplicaciones de ChatGPT en educación superior, contextualizando su emergencia post-noviembre 2022 como momento disruptivo en tecnología educativa.

La decisión metodológica de realizar una "entrevista estructurada" a ChatGPT constituye simultáneamente una innovación y una debilidad epistemológica significativa. Los autores presentan cinco preguntas (¿qué eres?, ¿eres una amenaza para la educación?, ¿cuál será tu impacto?, ¿reemplazarás a profesores?, ¿cómo deberían usarte los profesores?) y registran las respuestas textuales de la IA como si fueran declaraciones de un informante experto. Sin embargo, las respuestas de ChatGPT no representan conocimiento genuino, autoconciencia o juicio experto, sino generación probabilística de texto basada en patrones de entrenamiento que, irónicamente, incluyen literatura académica que especula sobre el impacto de la IA en educación. El sistema esencialmente devuelve a los investigadores una versión sintetizada de discursos existentes sobre sí mismo, creando una circularidad epistémica: la literatura especula sobre ChatGPT, ChatGPT se entrena con esa literatura, los investigadores preguntan a ChatGPT sobre su impacto, y ChatGPT regurgita las especulaciones originales presentadas ahora como "autopercepción". Esta metodología confunde la capacidad de un sistema de generar texto coherente sobre un tema con poseer conocimiento o perspectiva genuina sobre ese tema.

Los resultados de la "entrevista" revelan que ChatGPT se presenta como herramienta beneficiosa que "no es una amenaza por sí mismo", cuyo impacto dependerá del "uso responsable y ético", que "probablemente no reemplazará completamente a los profesores" debido a la insustituibilidad de la "interacción humana y emocional", y que puede utilizarse para generar preguntas de discusión, desarrollar habilidades de escritura, crear historias, responder preguntas específicas y diseñar juegos educativos. Estas respuestas son notablemente diplomáticas, equilibradas y tranquilizadoras, precisamente las características que maximizarían la aceptación humana según los objetivos de diseño de OpenAI. Los autores interpretan estas respuestas como evidencia de que ChatGPT "se auto percibe como una poderosa herramienta capaz de transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje", pero sería más preciso afirmar que está programado para generar respuestas que equilibren entusiasmo tecnológico con reconocimiento de limitaciones, una estrategia retórica que reduce resistencia y facilita adopción. La ausencia de análisis crítico sobre la naturaleza de estas "respuestas" como artefactos algorítmicos versus testimonios genuinos representa una limitación metodológica fundamental.

El análisis de calidad académica mediante prueba empírica resulta más valioso metodológicamente. Los autores solicitaron a ChatGPT elaborar un ensayo sobre "pobreza en Colombia", evaluando estructura, originalidad (mediante Turnitin) y consistencia (comparando dos ensayos generados independientemente con la misma instrucción). El ensayo producido presenta estructura académica reconocible (introducción con estadísticas del DANE, desarrollo con argumentos sobre causas estructurales, conclusión con llamado a políticas integrales), aunque el análisis de similitud arroja 35 % de coincidencia con fuentes existentes. Los autores consideran este porcentaje "aceptable como generación de nuevo conocimiento" dada su naturaleza como contenido generado por IA, una conclusión problemática

que revela confusión sobre qué constituye "originalidad" y "conocimiento nuevo". Un texto que recombina información existente con 35 % de similitud directa no representa generación de conocimiento nuevo, sino síntesis automatizada de conocimiento existente. La comparación entre dos ensayos generados con instrucciones idénticas muestra diferencias estructurales y de contenido, revelando la naturaleza estocástica del modelo, pero los autores no analizan críticamente las implicaciones de esta variabilidad para confiabilidad y reproducibilidad.

Los ejemplos de aplicaciones pedagógicas (generar preguntas de discusión, sugerir temas de ensayo, crear trivias, explicar conceptos) demuestran capacidades funcionales útiles, pero carecen de evaluación crítica sobre calidad, profundidad y precisión. Por ejemplo, cuando se solicita "explica marketing relacional con ejemplo", ChatGPT proporciona definición correcta y ejemplo apropiado (programa de fidelización aerolínea), pero los autores no evalúan si esta explicación alcanza niveles de profundidad conceptual esperados en educación universitaria, si el ejemplo facilita genuinamente comprensión del concepto, o si existen errores sutiles o simplificaciones problemáticas. La investigación asume que coherencia textual equivale a calidad pedagógica, ignorando literatura educativa sobre diferencias entre información correcta superficial versus comprensión profunda conceptual. Adicionalmente, los autores afirman que ChatGPT "puede mejorar la interrelación entre docentes y estudiantes", pero no proporcionan evidencia empírica ni mecanismo causal claro de cómo una herramienta de generación de texto automatizada mejora relaciones interpersonales humanas, una afirmación que requeriría sustento mediante estudios de implementación con mediciones de calidad interaccional.

La discusión aborda tangencialmente cuestiones de autoría, citación y ética académica, reconociendo que "los editores de revistas, investigadores y editores ahora están debatiendo el lugar de tales herramientas de IA en la literatura publicada". Los autores mencionan que revistas científicas como Science han establecido que "un programa de IA no puede ser un autor", pero no desarrollan implicaciones de esta posición para uso estudiantil de ChatGPT en trabajos académicos. El artículo identifica correctamente que ChatGPT "representa un gran desafío para docentes universitarios para identificar en un primer análisis el nivel de originalidad y creación", pero propone como solución "generar diseños didácticos que fomenten el pensamiento crítico de los estudiantes en lugar de simplemente copiar información", sin especificar cómo operacionalizar estos diseños ni reconocer que estudiantes motivados por eficiencia sobre aprendizaje pueden usar ChatGPT precisamente para evadir actividades de pensamiento crítico. La recomendación de integrar ChatGPT con estrategias como aprendizaje basado en proyectos, colaborativo y gamificación es razonable pero insuficientemente desarrollada, careciendo de guías concretas de implementación o consideración de cómo la disponibilidad de generación automatizada de texto podría socavar precisamente los objetivos pedagógicos de estas estrategias.

Las conclusiones afirman que ChatGPT "impactará a los procesos de enseñanza y aprendizaje" y "tiene potencial de ser un apoyo a docentes y estudiantes", declaraciones genéricas que no sintetizan hallazgos específicos ni ofrecen marcos analíticos para evaluar bajo qué condiciones estos impactos serán positivos versus negativos. La conclusión de que "diseño de ambientes y situaciones de aprendizajes con el uso de estrategias pedagógicas y uso de TIC como ChatGPT, puede mejorar la interrelación entre docentes y estudiantes" carece de sustento empírico en el estudio presentado, que no incluyó implementación real ni medición de interrelaciones. El artículo contribuye al campo documentando capacidades técnicas de ChatGPT y explorando creativamente su "autopercepción", pero requeriría estudios empíricos de implementación con estudiantes y docentes reales, mediciones de impacto en aprendizaje, y análisis crítico más profundo sobre tensiones entre automatización y objetivos educativos genuinos para constituir evidencia sólida sobre impacto educativo.

Análisis del artículo: "El Impacto de la Inteligencia Artificial Generativa en Educación Superior: Una Mirada desde la Ética y la Integridad Académica"

El artículo "El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica" de Gallent-Torres, Zapata-González y Ortego-Hernando (2023) presenta una revisión bibliográfica que examina las implicaciones éticas del uso de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG) como ChatGPT, Humata.ai y Sudowrite en contextos universitarios. Los autores adoptan explícitamente una "triple perspectiva" analítica (alumnado, profesorado e institución) para evaluar oportunidades y desafíos relacionados con seguridad, accesibilidad, privacidad, transparencia y nuevas formas de plagio académico. El marco teórico sitúa el fenómeno dentro de la "cuarta revolución industrial" y contextualiza la emergencia de la IAG post-noviembre 2022 como momento disruptivo que sorprendió a instituciones educativas en plena recuperación pospandémica. La metodología consiste en revisión no sistemática de literatura en bases abiertas y cerradas (Scielo, Redalyc, Web of Science, Scopus, EBSCO, JSTOR), priorizando publicaciones del último año que abordan la IAG desde perspectivas diversas: potencial transformador, implicaciones docentes/investigadoras, riesgos ético-académicos y sostenibilidad. Los autores reconocen explícitamente como limitación que su revisión "no ha sido sistemática", lo cual representa transparencia metodológica loable, pero compromete la reproducibilidad y exhaustividad del análisis.

El marco regulatorio internacional recibe atención considerable, documentando iniciativas de la Unión Europea (resoluciones parlamentarias 2020, normas armonizadas 2021, directrices éticas 2022, proyecto EU AI Act), OCDE (directrices 2019) y UNESCO (Consenso de Beijing 2019, Recomendación sobre ética de la IA 2021, guía de inicio rápido ChatGPT 2023). Esta contextualización normativa

resulta valiosa al evidenciar esfuerzos multilaterales por establecer marcos éticos antes que la tecnología se generalice. Sin embargo, el artículo no analiza críticamente las limitaciones de estos instrumentos: la mayoría son "no jurídicamente vinculantes" y carecen de mecanismos de aplicación efectivos; existen tensiones entre regulación que protege versus regulación que inhibe innovación; y persiste ambigüedad sobre jurisdiccionalidad cuando herramientas desarrolladas en jurisdicciones sin regulación (Estados Unidos) se utilizan globalmente. Los autores citan el objetivo de que EU AI Act tenga "efecto y validez legal antes de 2026", pero no discuten el rezago entre velocidad de desarrollo tecnológico versus procesos legislativos, una brecha temporal que permite consolidación de prácticas antes de existir marcos regulatorios, dificultando posteriormente su modificación.

La sección sobre estudios previos identifica tres posiciones institucionales frente a la IAG: prohibición total, exploración de potencial pedagógico, y establecimiento de directrices específicas. Los autores destacan el modelo de política educativa sostenible de Chan (2023) organizado en tres dimensiones (pedagógica, de gobernanza, operativa), pero no profundizan en tensiones inherentes entre estas dimensiones. Por ejemplo, la dimensión pedagógica busca "utilizar la IAG de manera ética y responsable para mejorar resultados", mientras la dimensión de gobernanza requiere "definir políticas, pautas y regulaciones claras"; pero ¿qué ocurre cuando uso pedagógicamente efectivo contradice políticas institucionales restrictivas? La dimensión operativa exige "proporcionar recursos y capacitación necesaria", pero ¿qué instituciones con presupuestos limitados deben priorizar: infraestructura tecnológica, formación docente o fortalecimiento de capacidades estudiantiles básicas? El artículo identifica cinco preocupaciones principales: plagio/contenidos no originales, herramientas de detección de textos generados por IA, planes de evaluación alternativos, dependencia que debilita pensamiento crítico, y propagación de sesgos. Sin embargo, trata estas preocupaciones como equivalentes sin jerarquizarlas según evidencia de prevalencia, severidad de consecuencias o dificultad de mitigación.

El análisis desde la perspectiva estudiantil identifica múltiples riesgos: facilitación de comportamientos deshonestos, comercialización de respuestas entre compañeros, desarrollo de habilidades de "*prompt engineering*" versus competencias académicas fundamentales, adopción de rol pasivo como "consumidor de respuestas prefabricadas", y transferencia de inseguridades/malas prácticas al ámbito laboral. Los autores argumentan correctamente que "el uso de la IAG no exime a los estudiantes de sus responsabilidades académicas", pero esta afirmación normativa no resuelve el dilema práctico: cuando estudiantes perciben que uso de IAG es generalizado y proporciona ventajas competitivas (mejores calificaciones con menor esfuerzo), exhortaciones a responsabilidad académica resultan insuficientes sin cambios estructurales en diseño curricular y evaluación. La recomendación de "contrastar la autenticidad de los datos" como competencia prioritaria es apropiada, pero el artículo no reconoce la paradoja: estudiantes que carecen de

conocimiento profundo sobre un tema tienen precisamente menor capacidad para detectar "respuestas coherentes pero inexactas" o identificar "referencias a fuentes que no existen", creando un círculo vicioso donde quienes más necesitan desarrollar competencias críticas son quienes menos pueden evaluar calidad de outputs de IAG.

La sección sobre impacto en profesorado equilibra reconocimiento de beneficios (personalización de aprendizaje, reducción de tiempo de preparación, asistencia investigadora) con preocupaciones sobre ampliación de brecha digital docente, temores de reemplazo/alteración de rol, pérdida de autonomía/creatividad, y presión por publicar que podría incitar conductas plagiarias. Particularmente valiosa es la reflexión sobre "corresponsabilidad ética del profesorado": los autores cuestionan quién supervisa plagio en contenidos de aprendizaje si profesores obtienen propuestas de contenidos/tareas de IAG mientras estudiantes usan IAG para generar respuestas, resultando en "todo el esfuerzo de aprendizaje siendo realizado por una máquina". Esta observación revela absurdo de sistemas educativos centrados en evaluación de productos finales versus procesos de aprendizaje. Sin embargo, el artículo no proporciona guías operativas sobre cómo profesores pueden diseñar experiencias educativas que resistan automatización manteniendo simultáneamente rigor académico, relevancia práctica y viabilidad implementativa dado sus múltiples responsabilidades. La recomendación de que profesores "creen conciencia sobre limitaciones de estos modelos" y actúen como "guía entre los contenidos propuestos" asume disponibilidad de tiempo, formación y disposición que no todos poseen.

Desde la perspectiva institucional, los autores identifican desafíos relacionados con privacidad de datos, ciberseguridad, sesgos en toma de decisiones automatizada, formación de comunidad universitaria, y desarrollo de códigos/protocolos de integridad académica. Las propuestas de integración incluyen chatbots/asistentes virtuales, automatización de ejercicios/evaluaciones, simulaciones en metaverso, creación de contenido multimedia, traducción/subtitulado automático, y análisis de datos para investigación. Estas sugerencias, aunque pertinentes, permanecen en nivel abstracto sin abordar costos de implementación, sostenibilidad a largo plazo, o evaluación de efectividad comparativa. Por ejemplo, proponer "desarrollo de simulaciones y entornos virtuales de aprendizaje" para disciplinas como salud e ingeniería ignora que crear simulaciones de alta fidelidad requiere inversión sustancial en desarrollo, mantenimiento y actualización, además de infraestructura tecnológica robusta y soporte técnico especializado.

Artículo titulado "Inteligencia artificial en educación: análisis de la literatura científica en revistas académicas en español"

El artículo "Inteligencia artificial en educación: análisis de la literatura científica en revistas académicas en español" de J. Álvarez-Valero, J. Jiménez-Contreras y E. Herrera-Viedma, publicado en 2021 en la revista Frontiers in Education, tiene como objetivo analizar la producción científica sobre la integración de la inteligencia

artificial en la educación en revistas académicas en español. Los autores realizan una revisión bibliográfica sistemática de 74 artículos publicados en 26 revistas académicas durante el período de 2014 a 2019.

Los resultados del análisis indican que la mayoría de los artículos se enfocan en la implementación de sistemas de inteligencia artificial en la educación, como tutoriales inteligentes, sistemas de recomendación y evaluación automática de aprendizaje. Además, se identificó una tendencia hacia la utilización de técnicas de aprendizaje automático, como redes neuronales y algoritmos genéticos, y una falta de investigación en la comprensión de la relación entre la inteligencia artificial y la pedagogía.

Los autores también destacan la necesidad de más investigaciones sobre la ética y la privacidad en la utilización de sistemas de inteligencia artificial en la educación, así como sobre la percepción y aceptación de los usuarios. Además, proponen que se realicen más estudios que aborden la relación entre la inteligencia artificial y el desarrollo de habilidades como la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes.

El artículo presenta una visión general interesante de la producción científica sobre la integración de la inteligencia artificial en la educación en revistas académicas en español. Los autores proporcionan un análisis crítico y reflexivo de los hallazgos, y sugieren áreas de investigación futura en este campo. Este estudio puede ser útil para los investigadores interesados en la utilización de la inteligencia artificial en la educación, así como para los educadores y responsables de políticas que deseen entender mejor las implicaciones de la integración de la inteligencia artificial en el sistema educativo.

Artículo "Inteligencia artificial en el aula: un acercamiento al aprendizaje adaptativo"

El artículo "Inteligencia artificial en el aula: un acercamiento al aprendizaje adaptativo" de A. García-Serrano y E. Prieto-Pablos (2020) aborda el tema de la inteligencia artificial y su aplicación en la educación a través del aprendizaje adaptativo. Los autores señalan que el aprendizaje adaptativo se basa en la utilización de datos y algoritmos para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante, lo que puede mejorar la eficacia de la enseñanza.

Los autores presentan un análisis de la literatura científica en este ámbito y señalan que existen numerosas investigaciones que respaldan la eficacia del aprendizaje adaptativo en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes. Asimismo, destacan la importancia de considerar aspectos éticos y de privacidad en la implementación de estas tecnologías en el aula.

En este sentido, García-Serrano y Prieto-Pablos exponen algunas de las principales ventajas del uso de la inteligencia artificial en el aprendizaje adaptativo, como la posibilidad de personalizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, la mejora en la retención de conocimientos y el aumento de la motivación y el interés de los

estudiantes. No obstante, también se plantean algunas limitaciones y retos que deben abordarse para una aplicación eficiente y efectiva.

En cuanto a la metodología utilizada, los autores señalan que se realizó una revisión de la literatura científica en diferentes bases de datos y se seleccionaron aquellos estudios que abordaban la utilización de la inteligencia artificial en el proceso de aprendizaje adaptativo en el ámbito educativo.

A manera de resumen, el artículo de García-Serrano y Prieto-Pablos destaca la importancia de la inteligencia artificial en el aprendizaje adaptativo y presenta evidencias que respaldan la eficacia de estas tecnologías en el aula. Sin embargo, se hace hincapié en la necesidad de abordar aspectos éticos y de privacidad, así como de superar los retos y limitaciones que aún existen para una implementación efectiva en la práctica educativa. En definitiva, se trata de un estudio que contribuye al conocimiento y la comprensión de las posibilidades que ofrece la inteligencia artificial en el ámbito educativo.

CONCLUSIÓN

El propósito fundamental consistió en examinar múltiples investigaciones vinculadas a la integración de la inteligencia artificial en el proceso de la enseñanza, con el fin de aportar al panorama actual en esta área. Este objetivo fue alcanzado mediante la síntesis de las tendencias, los descubrimientos y las recomendaciones relacionadas con el tema, al mismo tiempo que se ampliaba la perspectiva para abarcar las medidas necesarias con el fin de lograr un avance significativo en la enseñanza y el aprendizaje, mediado por la tecnología, en esta cuestión la inteligencia artificial.

De acuerdo con los hallazgos, se observa que la utilización y aplicación de estrategias didácticas respaldadas por inteligencia artificial generan un efecto beneficioso tanto en el progreso de las competencias y habilidades como en el fomento de la colaboración, la motivación y la autonomía de los estudiantes.

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo representa una oportunidad sin precedentes para transformar el proceso de enseñanza y aprendizaje. A lo largo de esta investigación documental, se han analizado diversas fuentes y se ha llegado a la conclusión de que la inteligencia artificial tiene un gran potencial para mejorar la calidad de la educación y promover el desarrollo de habilidades clave en los estudiantes.

En primer lugar, la inteligencia artificial puede adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante, ofreciendo un aprendizaje personalizado y ajustado a su ritmo y estilo de aprendizaje. Mediante algoritmos y análisis de datos, la inteligencia artificial puede identificar las fortalezas y debilidades de cada estudiante, proporcionando retroalimentación instantánea y recomendaciones de estudio personalizadas. Esto no solo maximiza el rendimiento académico, sino que también promueve la autoconfianza y la autonomía en el proceso de aprendizaje.

Además, la inteligencia artificial puede enriquecer la experiencia educativa a través de la creación de entornos virtuales de aprendizaje interactivos y envolventes. Mediante la realidad virtual y aumentada, los estudiantes pueden sumergirse en simulaciones y escenarios prácticos que les permiten aplicar conocimientos teóricos de manera práctica y vivencial. Esto fomenta la participación activa, la experimentación y el desarrollo de habilidades prácticas, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real.

La evaluación educativa, puede ser mejorada mediante el uso de la inteligencia artificial como una herramienta. Mediante la automatización de procesos de evaluación, la inteligencia artificial puede analizar grandes volúmenes de datos y proporcionar retroalimentación precisa y objetiva sobre el desempeño de los estudiantes. Esto agiliza y mejora la calidad de la evaluación, permitiendo a los docentes tomar decisiones informadas para adaptar su enseñanza y brindar apoyo individualizado a los estudiantes que lo necesiten.

La integración de la inteligencia artificial en la educación también ofrece ventajas en términos de acceso a la educación. Gracias a la inteligencia artificial es posible superar barreras geográficas y económicas, brindando oportunidades de aprendizaje a personas que, de otra manera, no tendrían acceso a la educación. La inteligencia artificial puede facilitar el acceso a contenido educativo de calidad a través de plataformas en línea, adaptándose a las necesidades y recursos de cada individuo.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de la inteligencia artificial en la educación también plantea desafíos y consideraciones éticas. Es fundamental garantizar la privacidad y seguridad de los datos de los estudiantes, así como abordar la brecha digital para evitar la exclusión de aquellos que no tienen acceso a la tecnología. Además, es esencial que la inteligencia artificial se utilice como una herramienta complementaria, apoyando el papel del docente en lugar de reemplazarlo.

Para finalizar, la integración de la inteligencia artificial en la educación tiene el potencial de revolucionar la forma en que enseñamos y aprendemos. Al ofrecer un aprendizaje personalizado, entornos virtuales interactivos, evaluación precisa y acceso ampliado a la educación, la inteligencia artificial puede mejorar la calidad de la enseñanza, promover el desarrollo de habilidades clave y fomentar la equidad educativa. Sin embargo, es necesario abordar los desafíos éticos y garantizar una implementación adecuada que priorice el bienestar de los estudiantes y el papel esencial de los docentes. La integración de la inteligencia artificial en la educación es un camino prometedor hacia una educación más inclusiva, adaptada y eficaz en la era digital.

REFERENCIAS

Álvarez Merelo, J. C., y Cepeda Morante, L. J. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza y el aprendizaje. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5*(3), 599-610. https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2061

Álvarez-Valero, J., Jiménez-Contreras, J., y Herrera-Viedma, E. (2021). Inteligencia artificial en educación: análisis de la literatura científica en revistas académicas en español. *Frontiers in Education, 6*, 664117. https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2061

Bolaño-García, M., y Duarte-Acosta, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía, 39*(1), 51-63. https://doi.org/10.30944/20117582.2365

Gallent-Torres, C., Zapata-González, A., y Ortego-Hernando, J. L. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 29*(2), artículo M5. https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134

García-Serrano, A., y Prieto-Pablos, E. (2020). Inteligencia artificial en el aula: un acercamiento al aprendizaje adaptativo. *RED. Revista de Educación a Distancia, 76*(5), 73-95. https://doi.org/10.6018/red/76/05

Navarrete-Cazales, Z., y Manzanilla-Granados, H. M. (2023). Una perspectiva sobre la inteligencia artificial en la educación. *Perfiles Educativos, 45*(Especial), 87–106. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61693

Ojeda, A. D., Solano-Barliza, A. D., Ortega Álvarez, D., y Boom Cárcamo, E. (2023). Análisis del impacto de la inteligencia artificial ChatGPT en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria. *Formación Universitaria, 16*(6), 61-70. https://doi.org/10.4067/S0718-50062023000600061

Sánchez-Fernández, P., Pagola, M., y Cambra, E. (2019). Inteligencia artificial y educación: una revisión sistemática. *RED. Revista de Educación a Distancia, 72*(4), 49-66. https://doi.org/10.6018/red/72/04

Tomalá De La Cruz, M. A., Mascaró Benites, E. M., Carrasco Cachinelli, C. G., y Aroni Caicedo, E. V. (2023). Incidencias de la inteligencia artificial en la educación. *RECIMUNDO, 7*(2), 238-251. https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.238-251

Valencia Tafur, A. T., y Figueroa Molina, R. E. (2023). Incidencia de la Inteligencia Artificial en la educación. *Educación Siglo XXI, 41*(3), 235-264. https://doi.org/10.6018/educatio.555681

Recepción: **Junio 28, 2024** | Aceptación: **Octubre 8, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

Síntesis de óxido de zinc mediante el método hidrotermal: efecto del tiempo de envejecimiento

Synthesis of Zinc Oxide by the hydrothermal method: effect of aging time

—

Kervin Gabriel Rincón Soto[1] • kerbriel92@gmail.com
ORCID: 0009-0008-1775-4796

Edna Iris Ríos Valdovinos[1] • edna.rios@unicach.mx
ORCID: 0000-0003-2755-2385

Maricruz Jiménez Cerda[1] • jimenezmary243@gmail.com
ORCID: 0009-0001-7205-2390

José Francisco Pola Albores[1] • francisco.pola@unicach.mx
ORCID: 0000-0002-8843-5708

1 Laboratorio de Materiales y Procesos Sustentables (LaMPSus)/ Instituto de Investigación e Innovación en Energías Renovables/ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Para citar este artículo:
Rincón Soto, K. G., Ríos Valdovinos, E. I., Jiménez Cerda, M., & Pola Albores, J. F. Síntesis de óxido de zinc mediante el método hidrotermal: efecto del tiempo de envejecimiento. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a04

RESUMEN

Los nanomateriales tienen aplicaciones diversas, como en salud, medio ambiente, sistemas energéticos y electrónica. Su desempeño en estas áreas depende de propiedades ópticas, morfológicas y físicas específicas, las cuales están determinadas por las condiciones de preparación. La temperatura de reacción, el pH de la solución, la concentración de precursores, el tipo de solvente, la velocidad de agitación y el tiempo de envejecimiento son objeto de estudio en la actualidad. El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto del tiempo de envejecimiento en la obtención de las partículas a distintos tiempos, a 24 h, 12 h y sin envejecer, a dos valores de pH distintos, 7 y 9. La síntesis se realizó mediante el método hidrotermal, utilizando cloruro de zinc ($ZnCl_2$) e hidróxido de amonio (NH_4OH) como precursores. Las muestras se caracterizaron mediante Difracción de Rayos X (DRX), Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y Espectroscopía Ultravioleta-Visible (UV-Vis). A pH 7, las muestras favorecen la formación de ZnO, con picos más intensos y definidos tras un tiempo de envejecimiento de 24 horas. A pH 9 se observó que el envejecimiento promueve la formación de la fase simonkolleite. En ambos casos, el tamaño de las nanopartículas aumentó con el tiempo, alcanzando aproximadamente 40 nm para pH 7 y 36 nm para pH 9. Además, se observaron anchos de banda de energía de 3.20 eV para ZnO y 3.24 eV para simonkolleite, respectivamente. Se determinó que el pH juega un papel importante en la formación de las fases cristalinas y, junto con el tiempo de envejecimiento, influye en la morfología de los materiales.

Palabras Clave:

ZnO; simonkolleite; nanopartículas; método hidrotermal.

— Abstract—

Nanomaterials have many applications, including in health, the environment, energy, and electronics. Their performance in these areas depends on specific optical, morphological, and physical properties, which are determined by how they are prepared. Factors such as reaction temperature, solution pH, precursor concentration, type of solvent, stirring rate, and aging time are currently studied. The objective of this work is to study the effect of aging time on particle formation at different durations: 24 h, 12 h, and without aging, at two pH values, 7 and 9. The synthesis was done using the hydrothermal method, with zinc chloride ($ZnCl_2$) and ammonium hydroxide (NH_4OH) as precursors. The samples were characterized by X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), and Ultraviolet-Visible Spectroscopy (UV-Vis). At pH 7, the samples mainly formed ZnO, with stronger and sharper peaks after 24 hours of aging. At pH 9, aging promoted the formation of the simonkolleite phase. In both cases, particle size increased with aging time, reaching about 40 nm for pH 7 and 36 nm for pH 9. The band gaps were 3.20 eV for ZnO and 3.24 eV for simonkolleite. It was found that pH plays an important role in phase formation and, together with aging time, affects the morphology of the materials.

Keywords:

ZnO; simonkolleite; nanoparticles; hydrothermal method.

La nanotecnología es una de las áreas de la investigación que más atención ha ganado en los últimos años, ya que el desarrollo de nuevos materiales a escalas nanométricas <100 nm promueven tecnología emergente en la transición hacia modelos energéticos más amigables con el medio ambiente. Los nanomateriales exhiben propiedades físicas y químicas distintas a las de tamaño macroscópico, esto debido, principalmente, a que tienen una mayor superficie específica por unidad de volumen (Echeverri et al., 2021). Se resalta el interés en el desarrollo de nanomateriales debido a su crecimiento significativo, se espera un mayor entendimiento de la relación entre las propiedades y las estructuras, acompañado de avances en las técnicas de fabricación que favorezcan su aplicación en distintos campos, como la medicina, la óptica, la electrónica, el sector textil, la cosmética, la catálisis y la energía (Malaret et al., 2023).

Las nanopartículas de ZnO destacan por su estructura estable, su naturaleza no tóxica posee una amplia banda de energía prohibida de 3.37 eV y su energía de enlace de excitón es de 60 meV (Widiyandari et al., 2023). Para mantener su competitividad frente a otros materiales, es crucial mejorar los métodos de síntesis para fabricarlo con alta calidad y a bajo costo (Guzmán et al., 2022). Este óxido metálico se obtiene mediante métodos físicos y químicos diversos. Entre las diferentes rutas de síntesis destaca la hidrotermal, ya que es ecológica, económica, sencilla y fácil de controlar. Además, las nanopartículas obtenidas por medio de este método presentan una alta cristalinidad en comparación con las obtenidas mediante otros procesos basados en soluciones (Sansenya et al., 2021).

Investigaciones como la de Pittayathorn et al. (2023), en la que estudiaron el impacto favorable del envejecimiento del ZnO, reportaron que esto se debía al crecimiento en el número de vacantes de oxígeno en el material. Estos resultados resaltan la importancia de explorar factores tales como el envejecimiento y la modificación del pH en la formación de ZnO y simonkolleite, lo que motiva el presente estudio enfocado en entender su efecto sobre la estructura cristalina, la morfología y otras características relevantes del material. Ajustar los parámetros de síntesis en estos métodos permite adaptar las propiedades del material a las necesidades específicas de aplicaciones industriales, asegurando su reproducibilidad, eficiencia y escalabilidad (Guzmán et al., 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la síntesis se utilizó el método hidrotermal. Se preparó una disolución de 0,1 mol/L de $ZnCl_2$ en 0,1 L de H_2O, la cual se agitó constantemente en una parrilla termomagnética (Thermo Scientific) durante 30 min a temperatura ambiente. Se ajustó el pH a 7 y 9 añadiendo NH_4OH 1 mol/L mediante goteo lento. La mezcla se sometió a tres condiciones de envejecimiento: 24 ,12 y 0 h, esta última como control sin envejecimiento. Todos los tratamientos se realizaron en oscuridad y a temperatura ambiente. Posteriormente, cada solución se transfirió a un reactor

autoclave de acero inoxidable (17,48×5×5 cm) y se calentó a 200 °C durante 180 min en un horno de convección (modelo Binder). La mezcla se filtró por gravedad y la solución restante se centrifugó a 3500 rpm (≈1500 g) durante 15 min en una centrifugadora (MPW 223e). El precipitado se lavó dos veces con agua y metanol, se secó en una parrilla termomagnética (Thermo Scientific) y finalmente se calcinó a 400 °C durante 240 min en una mufla (Felisa-341).

Caracterización

La estructura cristalina de las muestras se determinó mediante Difracción de Rayos X (DRX) en un difractómetro de marca Rigaku Ultima IV, utilizando radiación Cu Kα con λ=1.5418×10($^{-10}$) o 1.5418$\dot{A}$, con un ángulo de escaneo 2θ/θ, velocidad de 2° por minuto y un rango de escaneo de 20° a 80°. Voltaje de 40 kV, amperaje de 44 mA y configuración Bragg-Brentano. La morfología se analizó mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), utilizando un equipo Hitachi FE-SEM S-5500, a diferentes magnificaciones. La difracción de reflectancia difusa (DRS) se registró en un espectrofotómetro UV-Vis-NIR-3600 de la marca Shimadzu con una esfera integradora en el rango de 200 a 800 nm.

El tamaño del cristal se calculó por la ecuación de Sherrer que corresponde a la ecuación (1).

$$L = \frac{k\lambda}{FWHM \cos\theta} \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde: *k* es la constante de Scherrer con valor de 0.89, λ es la longitud de onda de la radiación KαCu, FWHM (Full Width at Half Maximum) el ancho medio de pico (hkl) y θ es la posición angular de picos DRX, mitad de 2θ.

Para el cálculo de la banda prohibida (*Eg*), se aplicaron dos fórmulas: la de Kubelka-Munk, ecuación (2), y la ecuación de Tauc, ecuación (3).

$$R = \frac{(1-R)^2}{2R} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

$$\alpha h\nu = A\left(h\nu - E_g\right)^n \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde, R es la reflectancia difusa medida experimentalmente. α el coeficiente de absorción del material, *hv* la energía incidente del fotón (eV), A una constante de proporcionalidad y "n" es el exponente de la transición electrónica en este caso $^1/_2$ según lo reportado por Hegde et al., (2024) debido a la naturaleza de la transición directa en el ZnO y del sólido cristalino Simonkolleite ($Zn_5(OH)_8Cl_2 \bullet H_2O$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Difracción de rayos X (DRX)

Las muestras previamente sintetizadas fueron caracterizadas mediante DRX. En la Figura 1 se presentan los difractogramas a distintos tiempos de envejecimiento y pH. Para el análisis, se utilizó el programa PDXL versión 1.8. En la Figura 1a se identificaron las 11 señales de difracción en ángulos de 32°, 34°, 36°, 47°, 56°, 62°, 66°, 67°, 68°, 72° y 76°. Estos valores coinciden con los datos de la tarjeta PDF 01-074-9943 a un ángulo 2θ, lo que indica la formación de ZnO sin impurezas y con una estructura hexagonal tipo wurtzita en fase Zincita que coincide con lo reportado por Sofianos et al., (2021). Esto sugiere que a pH 7, la concentración de OH^- es moderada, lo que facilita la formación de hidróxido de zinc, $Zn(OH)_2$. Este comportamiento puede explicarse porque a pH neutro se alcanza el equilibrio químico adecuado para que el $Zn(OH)_2$ actúe como precursor intermedio (Yabalak et al., 2024). Durante el proceso hidrotermal, este compuesto se deshidrata, lo que conduce directamente a la formación de la estructura wurtzita, fase termodinámicamente más estable bajo estas condiciones (Cardoso et al., 2022).

La formación de ZnO requiere una serie de reacciones que dependen del pH de la solución como se indica a continuación.

$$ZnCl_2 + H_2O \rightarrow Zn^{2+} + 2Cl^- + H_2O \quad \text{(Ecuación 4)}$$

$$NH_4OH \rightarrow NH_4^+ + OH^- \quad \text{(Ecuación 5)}$$

$$Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 \quad \text{(Ecuación 6)}$$

$$Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO + H_2O \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Conforme a lo reportado por Herrera et al., (2010) la ecuación (4) muestra el proceso inicial de la síntesis en la que el $ZnCl_2$ se disocia en agua, formando Zn_2^+(ion zinc) + $2Cl^-$ (ion cloruro). En la ecuación (5) el NH_4OH libera NH_4^+ (ion amonio) y OH^- (ion hidroxilo). La presencia de OH^- en la reacción es importante, ya que de eso depende la formación de $Zn(OH)_2$ (6), formando lentamente ZnO y agua (7). Los resultados por DRX en la Figura 1a sugieren que cuanto más tiempo se envejeció la solución, más completa fue la conversión de $Zn(OH)_2$ a ZnO. Este efecto se vio favorecido en todas las muestras a pH 7, principalmente en la muestra con 24 h de envejecimiento, seguida de las de 12 y 0 h. A 24 h, los picos del difractograma son más definidos e intensos que los de 12 y sin envejecer. Esto se asocia a que tras el envejecimiento, la conversión de $Zn(OH)_2$ en ZnO es mayor y existe una mayor predisposición antes del tratamiento térmico. Además, la temperatura del proceso hidrotermal a 400 °C facilita la cristalización mejorando la formación

de ZnO. El tamaño del cristal se calculó con la ecuación (1) usando el plano (101), dando como resultado 36 nm para 24 h, 29 nm para 12 y 0 h, atribuido al efecto de envejecimiento. El aumento en el tamaño de cristal, calculado mediante la ecuación de Scherrer, con el tiempo de envejecimiento puede atribuirse a fenómenos de maduración estructural que ocurren durante el reposo de la solución precursora. Principalmente, el proceso de maduración de Ostwald (Sarkar et al., 2023) promueve la redisolución de partículas pequeñas, termodinámicamente menos estables debido a su alta energía superficial, y la posterior redeposición del material sobre partículas más grandes, favoreciendo el crecimiento cristalino. Paralelamente, las nanopartículas primarias de $Zn(OH)_2$ (precursor de ZnO) o de los precursores de Simonkolleita tienen tiempo para reorientarse, coalescer y sinterizar en solución (Hernández-Díaz et al., 2024), reduciendo defectos y límites de grano internos, lo que resulta en cristalitos individuales de mayor tamaño y mejor cristalinidad, tal como se evidencia en la intensificación y el afinamiento de los picos de DRX.

Por otro lado, en la Figura 1b las señales de difracción se observaron en los ángulos de 22°, 24°, 28°,30°, 31°, 32°, 33°,36°, 44°y 56° a un ángulo 2θ, indexando con la tarjeta PDF 00-0007-0155 correspondiente el material Simonkolleite con estructura trigonal, grupo espacial R-3m(166) y celda de a= 6.3400$\dot{A}$, b=6.3400$\dot{A}$, c= 23.6600$\dot{A}$, α=90.000°, β=90.000°, γ=120.000° coincidiendo con la misma tarjeta cristalográfica de He et al., (2019). La elevada concentración de iones a pH 9 conduce a una ruta de síntesis distinta, resultando en la formación de $Zn_5(OH)_8Cl_2 \cdot H_2O$. En este material, los iones Cl^- forman parte integral de la estructura, incorporándose entre las capas de zinc e hidróxido que caracterizan su red cristalina, como se muestra en las siguientes reacciones químicas.

$$ZnCl_2 + H_2O \rightarrow Zn^{2+} + 2Cl^- + H_2O \qquad \text{(Ecuación 8)}$$

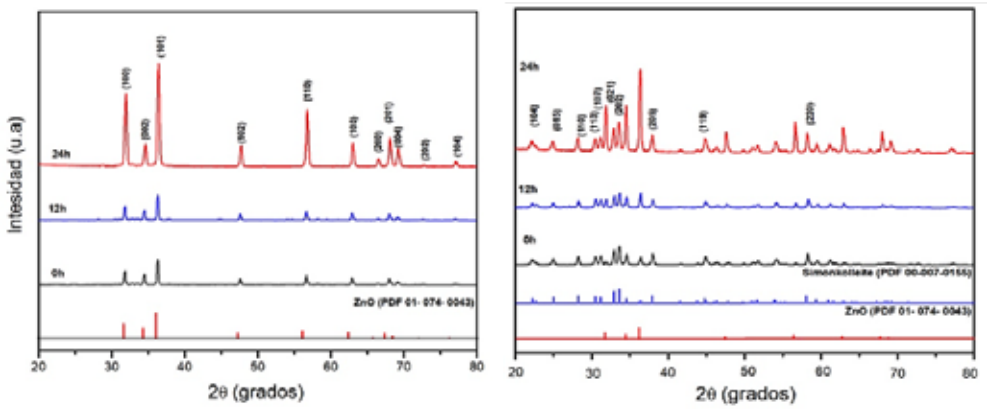
$$NH_4OH \rightarrow NH_4^+ + OH^- \qquad \text{(Ecuación 9)}$$

$$Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 \qquad \text{(Ecuación 10)}$$

$$Zn_5(OH)_2 + 2Cl^- + H_2O \rightarrow Zn_5(OH)_8Cl_2 \cdot H_2O \qquad \text{(Ecuación 11)}$$

El proceso de síntesis sigue las reacciones (4), (5) y (6), pero bajo las condiciones de pH 9, la alta concentración de OH^- y Cl^- desplaza el equilibrio hacia la reacción (11), donde cinco unidades de $Zn(OH)_2$ se combinan con dos iones Cl^- y una molécula de agua para formar directamente la estructura de $Zn_5(OH)_8Cl_2 \cdot H_2O$. Esto se puede confirmar en la Figura 1b, en la que se observa que la muestra de 24 h presenta los picos de difracción más intensos y mejor definidos para la Simonkolleita, indicando el mayor grado de cristalinidad. A diferencia de la muestra envejecida, la de 12 h muestra picos de menor intensidad, mientras que la muestra sin envejecer presenta los picos más débiles y broaden, sugiriendo una transformación incompleta del

precursor (He et al., 2019). Al igual que a pH 7, el tratamiento a 400 °C durante 3 h jugó un papel importante en la formación y cristalización de las tres muestras, especialmente en la reorganización estructural que conduce a la formación de Simonkolleite a partir de los iones disponibles (Qu et al., 2023). El tamaño de cristal se determinó utilizando la ecuación de Scherrer (1), obteniéndose 31 nm para 24 h, 24 nm para 12 h y 24.86 nm sin envejecer.



a) b)

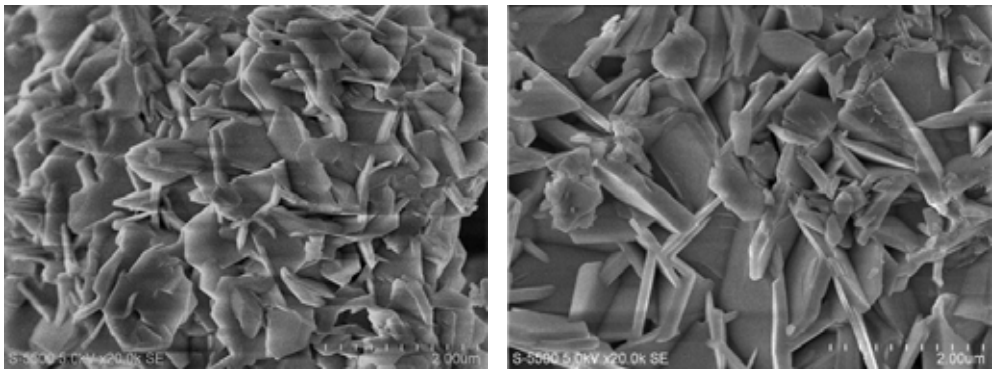
Figura 1. Difractogramas de rayos X: a) Se confirma ZnO con estructura hexagonal tipo wurtzita con tratamiento térmico de 200 °C y de calcinación de 400 °C y pH 7, b) se favoreció la formación de Simonkolleite bajo las mismas condiciones de síntesis variando el pH a 9

Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)

Las micrografías de MEB se presentan en la Figura 2, con ampliación de 2000 X. En la Figura 2a se observan aglomerados en forma de plaqueta con morfología irregular (Soto et al., 2023). Estos aglomerados muestran una distribución de tamaño variable, sugiriendo que las partículas primarias se han unido para formar partículas más grandes. Esto se atribuye a que durante la síntesis, el $Zn(OH)_2$ inicia con el proceso de nucleación mediante el envejecimiento, formando pequeñas partículas primarias (Sarkar et al., 2023). El crecimiento de estas partículas ocurre a través de la adsorción de más iones Zn^{2+} y OH^- de la solución. Hernández–Díaz et al., (2024) demostró que las partículas primarias de ZnO tienden a aglomerarse debido a interacciones electrostáticas y fuerzas de Van der Waals. Este proceso de aglomeración puede dar lugar a la formación de estructuras más grandes y complejas, como las lajas o plaquetas. Las lajas se forman cuando las partículas secundarias (que, según lo reportado por Hernández-Díaz et al. (2024), son agregados de partículas primarias) crecen de manera preferencial en ciertas direcciones cristalográficas. Durante el envejecimiento, la solución se mantiene en reposo, permitiendo que las reacciones químicas y los procesos de nucleación y crecimiento se lleven a cabo. A mayor tiempo de envejecimiento se permite una mayor aglomeración, dando como resultado estructuras más definidas y mayores.

En la Figura 2b, correspondiente a la muestra a 24 h y pH 9, también se observan aglomerados de plaquetas con formas irregulares, sugerido a la alta concentración de iones OH^- y Cl^- favoreciendo su formación (Shaoqing et al., 2023). La abundancia de iones OH^- ha facilitado la formación de Simonkolleite, cuya estructura compacta y bien definida es evidente en las micrografías de MEB.

El proceso de formación de estas plaquetas irregulares indica que el ambiente alcalino y el largo período de envejecimiento han permitido que las partículas nuclean y crecen de manera preferencial en direcciones cristalográficas específicas. Este resultado subraya la importancia del pH y del tiempo de envejecimiento en la morfología final de los materiales sintetizados por métodos hidrotermales, destacando cómo estos factores pueden influir en la estructura y propiedades de los nanomateriales obtenidos.



a) b)

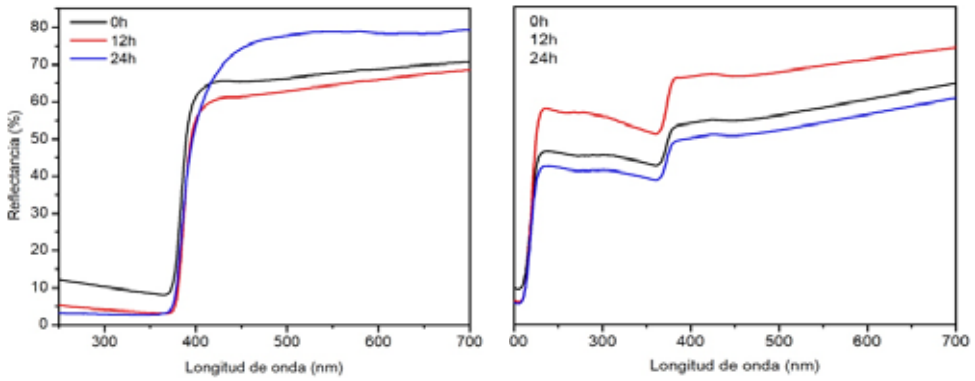
Figura 2. Microscopía Electrónica de Barrido con aplicación de 2000 X: a) 24 h a pH 7 y b) 24 h a pH 9

Espectroscopía de Reflectancia Difusa (DRS)

La espectroscopía de reflectancia difusa (ERD) por UV-Vis se utilizó para investigar el comportamiento de absorción de luz de las muestras. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 3. En la Figura 3a se observa una caída de la reflexión del ZnO a una longitud de onda de 380 nm, lo que indica una transición en la capacidad del material para absorber luz en esa región del espectro electromagnético. Wu et al. (2019) reporta que esta longitud de onda pertenece a la región ultravioleta, donde el ZnO muestra una caída en 388 nm. Todas las muestras analizadas presentaron esta misma tendencia, lo que asegura que se obtuvo un material de ZnO puro independientemente del tiempo de envejecimiento. Sin embargo, se observa que la muestra a 24 h presenta un ligero incremento en la reflectancia pese a que la caída es la misma en todas las muestras. Esto se puede atribuir a dos factores: primero, al mayor tamaño de partícula; y segundo, a una estructura cristalina mejor ordenada, ya que la orientación de los cristales puede influir en la reflectancia (Wu et al., 2019).

En la Figura 4 se presenta el cálculo de la energía de banda prohibida utilizando los espectros de reflectancia y la ecuación de Kubelka-Munk (2) y (3). Los

resultados obtenidos se muestran en la Figura 5. Para la muestra sin envejecimiento el ancho de banda de energía es de 3.22 eV, a las 12 h es de 3.17 eV, y a las 24 h, de 3.20 eV. Estos resultados coinciden con los datos reportados en la literatura del ancho de banda del ZnO (Soto, 2023).



a) b)

Figura 3. Espectros de Reflectancia Difusa: a) ZnO pH 7 con 0 h, 12 h, 24 h y b) ZnO pH 9 con 0 h, 12 h, 24 h

Los resultados de reflectancia difusa por UV-Vis para Simonkolleite, presentados en la Figura 3b, muestran una caída a 378 nm, seguida de otra en la región cercana a los 200 nm. Dicho resultado concuerda con lo reportado en la literatura, indicando una interacción específica del material con la energía UV (Galindo Guzmán et al., 2023). Nuevamente se utilizaron las ecuaciones (2) y (3) para los cálculos de las bandas de energía. Los resultados revelan un ancho de banda de energía de 3. 27 eV a 0 h, 3.17 eV para la de 12 h, y 3.24 eV para la de 24 h. Los resultados de reflectancia en la Figura 3b muestran que no hay mayores variaciones en la formación de Simonkolleite, salvo que la muestra con mayor reflectancia es la muestra envejecida a 12 h, rompiendo la tendencia con los resultados de ZnO. Esta variación en los valores de energía de banda prohibida podría atribuirse a la presencia de defectos en la red cristalina del material, como vacancias o impurezas, las cuales modifican localmente la estructura electrónica (Wu et al., 2019). Además, la muestra en la Figura 4e presenta una menor banda de energía de 3.17 eV, sugiriendo una menor energía requerida para la excitación de electrones, lo cual podría contribuir a una mejor respuesta a la energía UV y, por ende, a una mayor absorción de luz en comparación con otras condiciones de envejecimiento.

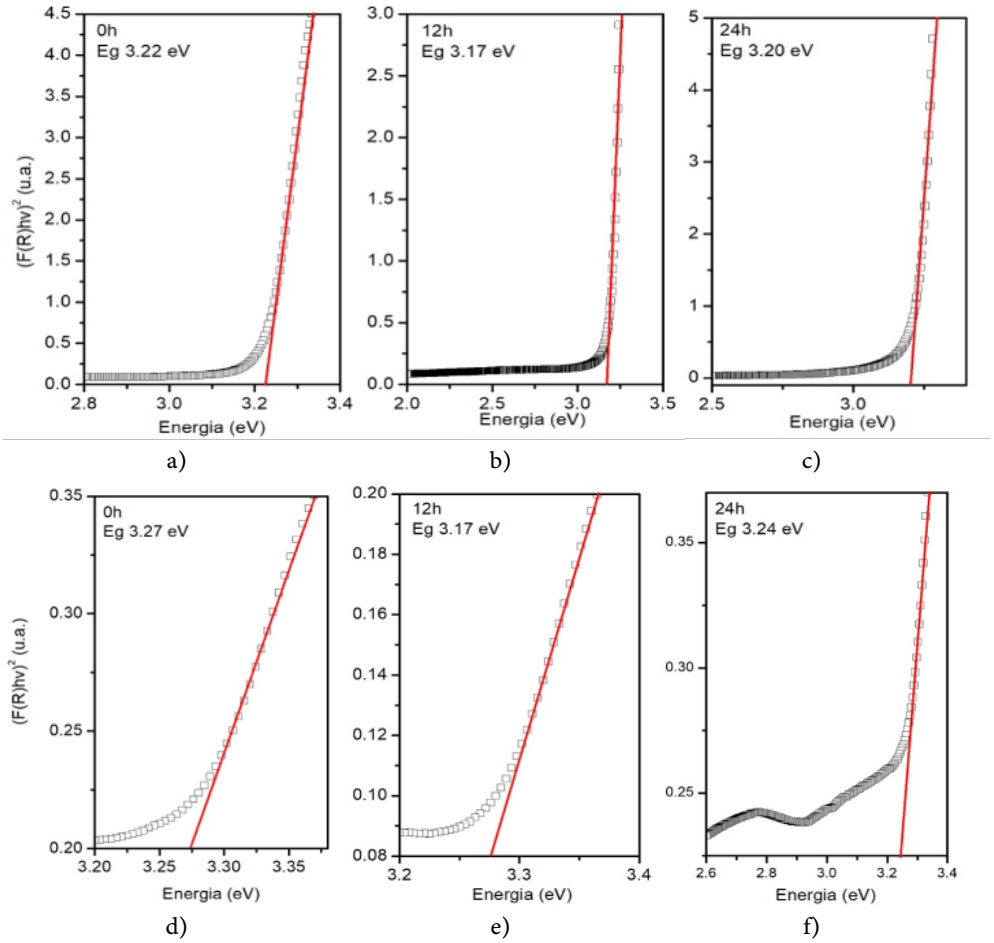


Figura 4. Ancho de banda de nanomateriales de: ZnO puro a) 0 h, b) 12 h, c) 24 h, y Simonkolleite d) 0 h, e) 12 h y f) 24 h.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se logró sintetizar ZnO y simonkolleita mediante el método hidrotermal utilizando $ZnCl_2$ y NH_4OH como precursores. Por lo que se concluye que el pH y el tiempo de envejecimiento son parámetros relevantes en la síntesis hidrotermal de nanomateriales, ya que controlan la formación y evolución de las fases cristalinas.

Los resultados indican que el pH influye directamente en la formación de las fases, a pH 7 se obtiene ZnO por deshidratación térmica de $Zn(OH)_2$, mientras que a pH 9 el exceso de iones OH^- y Cl^- favorece la formación de simonkolleita. El tiempo de envejecimiento incide en la formación y nucleación del material, ya que la muestra sin envejecer 0 h presentó los valores más bajos de tamaño de cristal y cristalinidad, mientras que un periodo de 24 h produjo un aumento significativo en ambos parámetros para las dos fases.

Los valores de banda prohibida de 3.20 eV para ZnO y 3.24 eV para simonkolleita confirmaron que el envejecimiento modifica principalmente los parámetros estructurales sin alterar las transiciones electrónicas fundamentales. Estos hallazgos evidencian la relación entre el pH y el tiempo de envejecimiento en la definición de las características estructurales de nanopartículas obtenidas por métodos hidrotermales.

REFERENCIAS

Cardoso, D., Narcy, A., Durosoy, S., & Chevalier, Y. (2022). The pH dependence of dissolution kinetics of zinc oxide. *Colloids And Surfaces A Physicochemical And Engineering Aspects, 650*, 129653. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.129653

Cerda, M. J. (noviembre de 2022). *Síntesis y caracterización de ZnO para aplicaciones fotocatalíticas*. Tesis. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México.

Hernández-Díaz, Maleni N., Torres-Valencia, Nina, Miranda-Arámbula, Mariana, Ríos-Cortés, Ada M., Fernández-Luqueño, Fabián, López-Gayou, Valentín, & López-Valdez, Fernando. (2024). El rol de las plantas silvestres o cultivables de México en la síntesis de nanopartículas. *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología, 17*(32), e00089. Epub 01 de abril de 2024.https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2024.32.69743

Galindo-Guzmán, Alma Patricia, Fortis-Hernández, Manuel, De La Rosa-Reta, Claudia Verónica, Zermeño-González, Héctor, & Galindo-Guzmán, Magdalena. (2022). Síntesis química de nanopartículas de óxido de zinc y su evaluación en plántulas de Lactuca sativa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas, 13*(spe28), 299-308. 13 de enero de 2023.https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3284

Galindo-Guzmán, Alma Patricia, Fortis-Hernández, Manuel, De La Rosa-Reta, Claudia Verónica, Zermeño-González, Héctor, & Galindo-Guzmán, Magdalena. (2022). Síntesis química de nanopartículas de óxido de zinc y su evaluación en plántulas de Lactuca sativa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas, 13*(spe28), 299-308. Epub 13 de enero de 2023.https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3284

Guzmán, A. P. (2022). Síntesis química de nanopartículas de óxido de zinc y su evaluación en plántulas de Lactuca sativa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 299.

He, J., Hu, J., Mo, X., Hao, Q., Fan, Z., He, G., Wang, Y., Li, W., & He, Q. (2019). Novel photocatalyst nitrogen-doped simonkolleite $Zn_5(OH)_8Cl_2•H_2O$ with vis-up-conversion photoluminescence and effective visible-light photocatalysis. *Applied Physics. A, Materials Science and Processing (print), 125*(1), p. 1-9. https://doi.org/10.1007/s00339-018-2275-0

Hegde, V. (2024). *Study on structural, morphological, elastic and electrical properties of ZnO nanoparticles for electronic device applications*. https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2024.100733

Herrera, Elizabeth; Cadena, Francisco; Lascano Lascano (2010). Luis Estudio de la influencia del número de lavados y del tiempo de envejecimiento en la síntesis de nanopartículas de óxido de cinc por el Método de Precipitación Controlada. *Revista Politécnica*, vol. 31 https://www.redalyc.org/pdf/6887/688773658013.pdf

Kadam, V., Jagtap, C., Alshahrani, T., Lokhande, P., Al-Ahmed, A., Patole, S.P., Khan, F., & Pathan, H.M. (2023). Synthesis and characterization of ZnO nanoparticles and their application in dye-sensitized solar cells. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 34*, 1-15.

Malaret, F., Qu, S., Hadjittofis, E., Hallett, J., Smith, R., & Sedransk Campbell, K. (2023). Controlling simonkolleite crystallisation via metallic Zn oxidation in a betaine hydrochloride solution. *Nanoscale Advances*, 2363-2666.

Muñoz-Echeverri, L., Campo-Avendaño, D., Hoyos-García, M., Velázquez, M. O., Muñoz-Vergara, J., & Giraldo-Correa, G. (2021). Síntesis verde de nanopartículas de ZnO con actividad antibacteriana para funcionalizar textiles de algodón. *Informador Técnico, 85*(2). https://doi.org/10.23850/22565035.3645

Pittayathorn Sratongkham, Rattana Chuenchom, Adisorn Tuantranont, Tanom Lomas, Kamol Wasapinyokul. Non-monotonic evolution of the responses of ZnO-nanoparticle UV-sensitive devices under ambient aging. *Materials Today Communications 2023*, 36 , 106925. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.106925

Sansenya, T., Masri, N., Chankhanittha, T., Senasu, T., Piriyanon, J., Mukdasai, S., & Nanan, S. (2021). Hydrothermal synthesis of ZnO photocatalyst for detoxification of anionic azo dyes and antibiotic. *Journal Of Physics And Chemistry Of Solids, 160*, 110353. https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2021.110353

Sarkar, T. (2023). *Estudios estructurales, espectroscópicos y morfológicos sobre nanopartículas verdes de ZnO sint*. https://www.cn.aminer.org/pub/64a390c4d68f896efa1f5208

Shaoqing, Q. (2023). This is a repository copy of Controlling simonkolleite crystallisation via metallic Zn oxidation in a betaine hydrochloride solution.

Sofianos, V. M. (2021). Diverse morphologies of zinc oxide nanoparticles and their electrocatalytic performance in hydrogen production.

Soto, K. G. (mayo de 2023). *Síntesis y caracterización de nanomateriales de ZnO y ZnSe para la producción fotocatalítica de hidrógeno*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4780

Sratongkham, P., Chuenchom, R., Tuantranont, A., Lomas, T., & Wasapinyokul, K. (2023). Non-monotonic evolution of the responses of ZnO-nanoparticle UV-sensitive devices under ambient aging. *Materials Today Communications, 36*, 106925. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.106925

Qu, S., Hadjittofis, E., Malaret, F., Hallett, J., Smith, R., & Campbell, K. S. (2023). Controlling simonkolleite crystallisation via metallic Zn oxidation in a betaine hydrochloride solution. *Nanoscale advances, 5*(9), 2437–2452. https://doi.org/10.1039/d3na00108c

Widiyandari, H., Pratama, E. D., Parasdila, H., Suryana, R., Arutanti, O., & Astuti, Y. (2023). Synthesis of ZnO-Cdots nanoflower by hydrothermal method for antibacterial agent and dye photodegradation catalyst. *Results In Materials, 20*, 100491. https://doi.org/10.1016/j.rinma.2023.100491

Wu, Z., Chen, X., Liu, X., Yang, X., & Yang, Y. (2019). A Ternary Magnetic Recyclable ZnO/Fe3O4/g-C3N4 Composite Photocatalyst for Efficient Photodegradation of Monoazo Dye. *Nanoscale research letters, 14*(1), 147. https://doi.org/10.1186/s11671-019-2974-2

Yabalak, E. (2024). Synthesis of ZnO nanoparticles on the Zn plates recovered from waste batteries using eco-friendly methods and evaluation of its photocatalytical activity.

Recepción: **Agosto 15, 2024** | Aceptación: **Octubre 21, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

Neurotecnología en la enseñanza superior: Un análisis de atención y emoción con eye tracking

Neurotechnology in higher education:
An analysis of attention and emotion using eye tracking

—

Victor del Carmen Avendaño Porras
victor.avendano@upnmda.edu.mx
ORCID: 0000-0003-1962-3892

Universidad Pedagógica Nacional Unidad 31-A. Mérida, Yucatán. México

Para citar este artículo:
Avendaño Porras, V. del C. Neurotecnología en la enseñanza superior: Un análisis de atención y emoción con eye tracking. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a05

RESUMEN

Este estudio comparativo utilizó tecnología de seguimiento ocular para evaluar la atención y la activación emocional de estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica durante clases teóricas presenciales. El objetivo fue identificar diferencias en los patrones de procesamiento visual, atención y reactividad emocional entre ambos grupos, y explorar la relación entre estas métricas y el rendimiento académico. Participaron 12 estudiantes voluntarios, 6 de Arquitectura y 6 de Psicología Clínica, seleccionados por muestreo de conveniencia. Se registró su actividad ocular durante tres sesiones de una hora, utilizando el software Pupil Core. Se analizaron mapas de calor de atención, métricas de fijación y cambios en el tamaño de la pupila. Los datos se compararon entre grupos y se correlacionaron con el rendimiento académico. Los estudiantes de Arquitectura mostraron mayor atención a detalles visuales, patrones y formas, mientras que los de Psicología Clínica se enfocaron más en emociones, expresiones y lenguaje corporal. Se encontraron diferencias significativas en la duración media y dispersión de las fijaciones, y en la reactividad emocional entre ambos grupos. Las métricas de seguimiento ocular se correlacionaron con el rendimiento académico, aunque de manera diferente en cada disciplina. Los resultados sugieren la necesidad de adaptar las estrategias de enseñanza y los materiales educativos a las características específicas de cada disciplina. La tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta valiosa para evaluar y optimizar los materiales educativos en función de los patrones de atención y activación emocional de los estudiantes.

Palabras clave:

Neuroeducación; seguimiento ocular; atención; activación emocional; educación superior.

— Abstract—

This comparative study utilized eye-tracking technology to evaluate the attention and emotional activation of Architecture and Clinical Psychology students during in-person theoretical classes. The objective was to identify differences in visual processing patterns, attention, and emotional reactivity between both groups, and to explore the relationship between these metrics and academic performance. Twelve volunteer students, 6 from Architecture and 6 from Clinical Psychology, selected through convenience sampling, participated in the study. Their eye activity was recorded during three one-hour sessions using Pupil Core software. Attention heatmaps, fixation metrics, and changes in pupil size were analyzed. Data were compared between groups and correlated with academic performance. Architecture students exhibited greater attention to visual details, patterns, and shapes, while Clinical Psychology students focused more on emotions, expressions, and body language. Significant differences were found in the average duration and dispersion of fixations, as well as in emotional reactivity between the two groups. Eye-tracking metrics correlated with academic performance, albeit differently in each discipline. The results suggest the need to adapt teaching strategies and educational materials to the specific characteristics of each discipline. Eye-tracking technology can be a valuable tool for evaluating and optimizing educational materials based on students' attention and emotional activation patterns.

Keywords:

Neuroeducation; eye-tracking; attention; emotional activation; higher education.

La educación superior enfrenta desafíos constantes para adaptarse a las necesidades cambiantes de la sociedad y preparar a los estudiantes para un mundo cada vez más complejo y dinámico. En este contexto, la neuroeducación ha surgido como un campo interdisciplinario que busca integrar los conocimientos de las neurociencias, la psicología y la educación para comprender mejor los procesos de aprendizaje y mejorar las prácticas educativas (Campos, 2010; Goswami, 2006; Tokuhama-Espinosa, 2011).

Una de las áreas de interés de la neuroeducación es el estudio de los procesos cognitivos y emocionales que subyacen al aprendizaje, como la atención, la memoria y la motivación (Mayer, 2019; Willingham, 2009). La atención, en particular, ha sido reconocida como un factor clave en el aprendizaje, ya que permite a los estudiantes seleccionar y procesar la información relevante, así como regular su comportamiento y emociones (Posner y Rothbart, 2007; Steinmayr et al., 2010).

Por otro lado, adicional a la atención, la activación emocional ha sido identificada como otro factor importante en el aprendizaje. Dicha activación emocional se refiere al nivel de activación fisiológica y psicológica que experimenta una persona en respuesta a estímulos internos o externos (Pekrun, 2006; Russell, 1980). Estudios previos han demostrado que la activación emocional puede influir en la atención, la memoria y el rendimiento académico de los estudiantes (Pekrun et al., 2002; Valiente et al., 2012).

En los últimos años, la tecnología de seguimiento ocular ha emergido como una herramienta prometedora para estudiar los procesos atencionales y emocionales en entornos educativos (Lai et al., 2013; Mayer, 2019; Yang et al., 2021). El seguimiento ocular permite registrar y analizar los movimientos oculares de los estudiantes mientras interactúan con materiales de aprendizaje, proporcionando información valiosa sobre su atención visual, carga cognitiva y activación emocional (Holmqvist et al., 2011; Kit Sullivan, 2016).

A pesar del creciente interés en la aplicación de la tecnología de seguimiento ocular en la educación, la mayoría de los estudios se han centrado en entornos de aprendizaje en línea o basados en computadora (Alemdag y Cagiltay, 2018; Scheiter y Eitel, 2015). Pocos estudios han explorado el uso de esta tecnología en clases presenciales, donde los estudiantes interactúan con docentes y compañeros en tiempo real (Kim et al., 2019; Prieto et al., 2016). Además, la mayoría de los estudios de seguimiento ocular en educación se han centrado en muestras de estudiantes de una sola disciplina o área de estudio (Alemdag y Cagiltay, 2018; Yang et al., 2021). Sin embargo, es posible que los patrones de atención y activación emocional de los estudiantes varíen según su campo de estudio, debido a diferencias en los estilos cognitivos, las demandas de aprendizaje y las características de los materiales educativos (Blazhenkova y Kozhevnikov, 2009; Kolb y Kolb, 2005). En este contexto, el presente estudio busca comparar la atención y activación emocional de estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica durante clases teóricas presenciales, utilizando tecnología de seguimiento ocular. Se eligieron estas dos disciplinas debido a sus

diferencias en los enfoques de aprendizaje y las competencias requeridas (Akin, 2001; Egan, 2013; Kolb y Kolb, 2005; Oxman, 2004). Mientras que la Arquitectura se centra en habilidades visuales-espaciales y el pensamiento de diseño, la Psicología Clínica enfatiza las habilidades interpersonales y la comprensión del comportamiento humano.

El objetivo principal de este estudio es evaluar y contrastar los patrones de atención visual y activación emocional de estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica durante clases teóricas presenciales, utilizando métricas de seguimiento ocular como mapas de calor de atención, fijaciones y cambios en el tamaño de la pupila. Además, se explora la relación entre estas métricas y el rendimiento académico de los estudiantes, así como la evolución de los patrones de atención y activación emocional a lo largo de las sesiones de clase.

Estado del arte

La aplicación de la tecnología de seguimiento ocular en la educación ha ganado interés en los últimos años, gracias a su potencial para proporcionar información objetiva y detallada sobre los procesos atencionales y emocionales de los estudiantes (Alemdag y Cagiltay, 2018; Lai et al., 2013; Mayer, 2019). Estudios previos han demostrado la utilidad del seguimiento ocular para evaluar la atención visual, la carga cognitiva y el compromiso de los estudiantes en diferentes entornos de aprendizaje (Holmqvist et al., 2011; Kit y Sullivan, 2016; Yang et al., 2021).

En el contexto de la educación en línea y basada en computadora, diversos estudios han utilizado el seguimiento ocular para analizar cómo los estudiantes procesan y comprenden materiales multimedia, como textos, imágenes y videos (Alemdag y Cagiltay, 2018; Mayer, 2019; Scheiter y Eitel, 2015). Por ejemplo, Mayer (2019) revisó una serie de estudios que utilizaron el seguimiento ocular para evaluar la atención y la comprensión de los estudiantes en entornos de aprendizaje multimedia, encontrando que las métricas de seguimiento ocular, como las fijaciones y los mapas de calor, pueden predecir el rendimiento de aprendizaje y ayudar a optimizar el diseño de los materiales educativos. Además de la atención visual, algunos estudios han explorado el uso de métricas de seguimiento ocular para evaluar la activación emocional de los estudiantes en entornos de aprendizaje (Prieto et al., 2016; Yang et al., 2021). Por ejemplo, Yang et al. (2021) utilizaron el seguimiento ocular para medir los cambios en el tamaño de la pupila de estudiantes universitarios mientras interactuaban con un sistema de tutoría inteligente, encontrando que los cambios en el tamaño de la pupila estaban relacionados con el rendimiento de aprendizaje y podían utilizarse para adaptar la dificultad de las tareas y el *feedback* proporcionado por el sistema. A pesar de estos avances, la mayoría de los estudios de seguimiento ocular en educación se han centrado en entornos de aprendizaje en línea o basados en computadora (Alemdag y Cagiltay, 2018; Scheiter y Eitel, 2015). Pocos estudios han explorado el uso de esta tecnología

en clases presenciales, donde los estudiantes interactúan con docentes y compañeros en tiempo real (Kim et al., 2019; Prieto et al., 2016). Por ejemplo, Kim et al. (2019) utilizaron el seguimiento ocular para evaluar la atención de estudiantes universitarios durante una clase presencial de matemáticas, encontrando que las métricas de seguimiento ocular, como la duración de las fijaciones y el número de transiciones entre el docente y los materiales de clase, estaban relacionadas con el rendimiento académico de los estudiantes.

METODOLOGÍA

Este estudio se inscribe en la Analítica de Aprendizaje Multimodal (MMLA) con neurotecnología educativa, integrando eye-tracking y pupilometría como marcadores psicofisiológicos de atención y activación emocional vinculados al rendimiento académico; para evaluar y contrastar la atención y la activación emocional de estudiantes de dos carreras diferentes: Arquitectura y Psicología Clínica. Se empleó la tecnología de seguimiento ocular Pupil Core en su versión gratuita para registrar la actividad ocular de los participantes durante sesiones presenciales de clases teóricas.

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Mesoamericana, una institución de educación superior que cuenta con programas de Arquitectura y Psicología Clínica. La población objetivo del estudio estuvo compuesta por estudiantes de ambas carreras matriculados en el semestre de otoño de 2023.

Debido a la naturaleza comparativa del estudio y a las limitaciones de tiempo y recursos, se optó por trabajar con una muestra de 12 estudiantes voluntarios, 6 de Arquitectura y 6 de Psicología Clínica. Cada grupo estuvo conformado por 3 mujeres y 3 hombres, seleccionados mediante un muestreo por conveniencia.

Los criterios de inclusión para ambos grupos fueron: estar matriculado en la carrera correspondiente (Arquitectura o Psicología Clínica), tener una edad comprendida entre 18 y 25 años, y no presentar problemas visuales o neurológicos que pudieran interferir con el registro de la actividad ocular. Los criterios de exclusión fueron: haber participado previamente en estudios similares y no firmar el consentimiento informado.

Antes de iniciar el estudio, se obtuvo la aprobación del comité de ética de la Universidad Mesoamericana. Todos los participantes fueron informados sobre los objetivos, procedimientos y posibles beneficios y riesgos del estudio, y firmaron un consentimiento informado antes de comenzar las sesiones experimentales. El experimento se llevó a cabo durante una semana, con tres sesiones presenciales de una hora cada una para cada grupo. Los estudiantes de Arquitectura asistieron a clases teóricas de la asignatura "Fundamentos del Diseño Arquitectónico", mientras que los estudiantes de Psicología Clínica participaron en clases teóricas de la asignatura "Introducción a la Psicología Clínica".

Las sesiones se realizaron en aulas equipadas con proyectores multimedia y pantallas de proyección, donde se presentaron los contenidos teóricos de las

asignaturas correspondientes. Se utilizaron 12 equipos de cómputo portátil, uno para cada participante, con el software Pupil Capture instalado para registrar los datos de seguimiento ocular.

Antes de cada sesión, se realizó la calibración de los equipos de seguimiento ocular para cada participante, siguiendo las instrucciones del fabricante. Se verificó que todos los participantes estuvieran cómodamente sentados y que los equipos de seguimiento ocular estuvieran correctamente ajustados.

Durante las sesiones, se registró de manera continua la actividad ocular de los participantes mientras atendían a las clases teóricas. Los datos registrados por el equipo Pupil Core fueron almacenados localmente en cada computadora portátil y luego exportados para su procesamiento y análisis.

El enfoque del estudio se centró en tres aspectos principales del seguimiento ocular: mapas de calor de atención, métricas de fijación y análisis de pupilas. Los mapas de calor de atención permitieron identificar las áreas de la pantalla o escena que captaron mayor atención por parte de los estudiantes de cada grupo. Las métricas de fijación, como la duración media de las fijaciones y el número de fijaciones, proporcionaron información sobre la intensidad y la frecuencia con la que los estudiantes fijaron su atención en determinados puntos de las clases. Del mismo modo, se analizaron los cambios en el tamaño de la pupila de los participantes en respuesta a diferentes estímulos presentados durante las sesiones, lo que permitió evaluar la carga cognitiva y la activación emocional experimentado por los estudiantes en diferentes momentos de las clases.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un preprocesamiento para eliminar posibles artefactos y valores atípicos. Luego, se realizó un análisis estadístico utilizando el software R v.4.1.0. Se calcularon los valores promedio de las métricas de fijación y los cambios en el tamaño de la pupila para cada grupo de participantes, segmentando los resultados en cuatro partes de 15 minutos cada una.

Para comparar los resultados entre los grupos de Arquitectura y Psicología Clínica, se utilizaron pruebas t de Student para muestras independientes cuando los datos cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. En caso contrario, se emplearon pruebas no paramétricas como la U de Mann-Whitney.

Además, se realizaron análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas para evaluar la evolución de las métricas de seguimiento ocular a lo largo de las tres sesiones y las cuatro partes de cada sesión, considerando la carrera como factor intersujeto. Se aplicaron correcciones post-hoc de Bonferroni para comparaciones múltiples cuando se encontraron efectos significativos. También se llevaron a cabo análisis de correlación de Pearson para explorar posibles asociaciones entre las diferentes variables de seguimiento ocular y las características demográficas de los participantes, como la edad y el sexo, dentro de cada grupo y en la muestra total.

Para visualizar los resultados, se elaboraron gráficos de barras y líneas que representan las medias y los errores estándar de las métricas de seguimiento ocular para cada grupo, sesión y parte de la sesión. Además, se generaron mapas de calor

de atención promedio para cada grupo y sesión, lo que permitió una comparación cualitativa de los patrones de atención visual entre los estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica.

RESULTADOS

El análisis de los mapas de calor de atención reveló diferencias significativas en el procesamiento visual entre los estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica. Los estudiantes de Arquitectura mostraron una mayor atención a los detalles visuales, patrones espaciales y formas, con un 65 % (DE = 8 %) de las fijaciones concentradas en estas áreas, en comparación con el 35 % (DE = 6 %) de los estudiantes de Psicología Clínica ($t(10) = 7.82$, $p < 0.001$).

Por otro lado, los estudiantes de Psicología Clínica exhibieron una mayor atención a las emociones, expresiones faciales y lenguaje corporal, con un 60 % (DE = 7 %) de las fijaciones enfocadas en estas áreas, en contraste con el 25 % (DE = 5 %) de los estudiantes de Arquitectura ($t(10) = 9.43$, $p < 0.001$).

Las métricas de fijación indicaron diferencias significativas en los patrones de atención entre ambos grupos. Los estudiantes de Arquitectura mostraron una mayor atención sostenida, con una duración media de fijaciones de 380 ms (DE = 55 ms), mientras que los estudiantes de Psicología Clínica presentaron una duración media de 260 ms (DE = 45 ms; $t(10) = 4.12$, $p < 0.01$). Además, los estudiantes de Arquitectura exhibieron una distribución más amplia de las fijaciones en la pantalla, con una desviación estándar de las coordenadas X e Y de 120 px (DE = 20 px), en comparación con los estudiantes de Psicología Clínica, cuya desviación estándar fue de 80 px (DE = 15 px; $t(10) = 3.65$, $p < 0.01$).

Los estudiantes de Psicología Clínica mostraron una mayor sensibilidad a los cambios en el entorno visual, con un promedio de 135 fijaciones (DE = 18) por sesión, en comparación con los estudiantes de Arquitectura, quienes presentaron un promedio de 105 fijaciones (DE = 14; $t(10) = 3.21$, $p < 0.05$).

El análisis de correlación reveló una asociación significativa entre la edad de los participantes y la duración media de las fijaciones en el grupo de Arquitectura ($r = 0.78$, $p < 0.05$), sugiriendo que los estudiantes mayores tendían a tener fijaciones más largas. Esta correlación no fue significativa en el grupo de Psicología Clínica ($r = 0.32$, $p = 0.24$).

Los ANOVA de medidas repetidas revelaron un efecto significativo de la sesión en la duración media de las fijaciones ($F(2, 20) = 12.45$, $p < 0.001$) y en el número de fijaciones ($F(2, 20) = 9.87$, $p < 0.01$) para ambos grupos. Se observó una disminución gradual de la duración media de las fijaciones y un aumento del número de fijaciones a lo largo de las tres sesiones.

Las comparaciones post-hoc con corrección de Bonferroni mostraron diferencias significativas en la duración media de las fijaciones entre la sesión 1 (M = 340 ms, DE = 50 ms) y la sesión 3 (M = 280 ms, DE = 40 ms; $p < 0.01$), así como entre la sesión 2 (M = 310 ms, DE = 45 ms) y la sesión 3 ($p < 0.05$).

También se encontró un efecto significativo de la parte de la sesión en la duración media de las fijaciones ($F(3, 30) = 6.92$, $p < 0.01$) y en los cambios en el tamaño de la pupila ($F(3, 30) = 9.14$, $p < 0.001$). Los valores fueron más altos en las primeras partes de cada sesión y disminuyeron hacia el final.

Las comparaciones post-hoc con corrección de Bonferroni revelaron diferencias significativas en la duración media de las fijaciones entre la parte 1 (M = 360 ms, DE = 55 ms) y la parte 4 (M = 270 ms, DE = 40 ms; $p < 0.01$), y en los cambios en el tamaño de la pupila entre la parte 1 (M = 0.4 mm, DE = 0.1 mm) y la parte 4 (M = 0.2 mm, DE = 0.05 mm; $p < 0.001$).

El análisis de los cambios en el tamaño de la pupila mostró diferencias significativas en la reactividad emocional entre los dos grupos. Los estudiantes de Arquitectura presentaron una menor reactividad emocional a los estímulos visuales, con un cambio promedio en el tamaño de la pupila de 0.18 mm (DE = 0.04 mm), en comparación con los estudiantes de Psicología Clínica, quienes mostraron un cambio promedio de 0.38 mm (DE = 0.09 mm; $t(10) = 4.92$, $p < 0.001$). También se encontró una interacción significativa entre el grupo y el tipo de estímulo emocional en los cambios en el tamaño de la pupila ($F(2, 20) = 15.76$, $p < 0.001$). Los estudiantes de Psicología Clínica mostraron cambios más pronunciados en el tamaño de la pupila en respuesta a estímulos sociales (M = 0.45 mm, DE = 0.1 mm) en comparación con los estímulos no sociales (M = 0.3 mm, DE = 0.08 mm; $t(5) = 3.87$, $p < 0.05$).

Tabla 1

Cambio promedio en el tamaño de la pupila y respuesta a estímulos sociales y no sociales por grupo

Grupo	Cambio promedio en tamaño de pupila	Estímulos sociales	Estímulos no sociales
Arquitectura	0.18 mm (DE = 0.04)	0.2 mm (DE = 0.05)	0.16 mm (DE = 0.03)
Psicología	0.38 mm (DE = 0.09)	0.45 mm (DE = 0.1)	0.3 mm (DE = 0.08)

Nota. Se encontró una interacción significativa entre el grupo y el tipo de estímulo emocional en los cambios en el tamaño de la pupila. Los estudiantes de Psicología Clínica mostraron cambios más pronunciados en el tamaño de la pupila en respuesta a estímulos sociales en comparación con los estímulos no sociales.

El análisis de correlación mostró una asociación significativa entre el número de fijaciones y los cambios en el tamaño de la pupila en el grupo de Psicología Clínica ($r = 0.72$, $p < 0.05$), sugiriendo que una mayor atención visual estaba relacionada con una mayor reactividad emocional en este grupo. Esta correlación no fue significativa en el grupo de Arquitectura ($r = 0.28$, $p = 0.31$).

Se encontró una correlación significativa entre la duración media de las fijaciones y el rendimiento académico de los estudiantes, medido por sus calificaciones en las asignaturas correspondientes. En el grupo de Arquitectura, se observó una

correlación positiva ($r = 0.68$, $p < 0.05$), mientras que, en el grupo de Psicología Clínica, la correlación fue negativa ($r = -0.74$, $p < 0.05$).

Las correlaciones encontradas muestran que, en Arquitectura, fijaciones más prolongadas se relacionan positivamente con el rendimiento académico, lo que sugiere que la atención sostenida en elementos visuales clave facilita el procesamiento profundo de la información. En Psicología, en cambio, la relación negativa indica que fijaciones prolongadas en rostros o estímulos emocionales pueden generar sobrecarga y desviar la atención de los contenidos conceptuales. Estos hallazgos se alinean con la teoría de la carga cognitiva, que advierte sobre la gestión adecuada de los recursos atencionales, y con el principio de señalización de Mayer, que destaca la importancia de guiar la atención de los estudiantes hacia lo esencial. Por ello, el diseño de materiales y estrategias de enseñanza debería modular intencionalmente la densidad visual y emocional de los estímulos para optimizar el aprendizaje en cada disciplina.

Tabla 2

Correlaciones entre métricas de seguimiento ocular y variables de interés por grupo

Grupo	Correlación fijaciones-tamaño de pupila	Correlación duración de fijaciones-rendimiento académico
Arquitectura	$r = 0.28$, $p = 0.31$	$r = 0.68$, $p < 0.05$
Psicología	$r = 0.72$, $p < 0.05$	$r = -0.74$, $p < 0.05$

Nota. El análisis de correlación mostró una asociación significativa entre el número de fijaciones y los cambios en el tamaño de la pupila en el grupo de Psicología Clínica, mientras que en el grupo de Arquitectura se encontró una correlación significativa entre la duración media de las fijaciones y el rendimiento académico.

El ANOVA de medidas repetidas reveló un efecto significativo del sexo en la duración media de las fijaciones ($F(1, 10) = 6.54$, $p < 0.05$), con las mujeres mostrando fijaciones más largas ($M = 340$ ms, $DE = 50$ ms) en comparación con los hombres ($M = 300$ ms, $DE = 45$ ms). Este efecto fue consistente en ambos grupos.

Además, se encontró una interacción significativa entre el sexo y la parte de la sesión en el número de fijaciones ($F(3, 30) = 4.87$, $p < 0.05$). Las mujeres mostraron un aumento más pronunciado en el número de fijaciones a lo largo de las partes de cada sesión en comparación con los hombres.

Tabla 3

Diferencias de sexo en la duración media de fijaciones y número de fijaciones por parte de la sesión

Sexo	Duración media de fijaciones	Número de fijaciones (Parte 1)	Número de fijaciones (Parte 4)
Mujer	340 ms (DE = 50)	95 (DE = 12)	150 (DE = 22)
Hombre	300 ms (DE = 45)	105 (DE = 15)	130 (DE = 18)

Nota. El ANOVA de medidas repetidas reveló un efecto significativo del sexo en la duración media de las fijaciones, con las mujeres mostrando fijaciones más largas en comparación con los hombres. Además, se encontró una interacción significativa entre el sexo y la parte de la sesión en el número de fijaciones.

El análisis de los mapas de calor de atención a lo largo de las sesiones mostró una evolución en los patrones de atención visual en ambos grupos. En el grupo de Arquitectura se observó una mayor concentración de fijaciones en áreas clave de las diapositivas y materiales de clase en las sesiones posteriores, con un aumento del 25 % (DE = 6 %) en la densidad de fijaciones en estas áreas entre la sesión 1 y la sesión 3 ($t(5) = 4.58$, $p < 0.01$).

En el grupo de Psicología Clínica se encontró una distribución más uniforme de las fijaciones en las sesiones posteriores, con una disminución de 20 % (DE = 5 %) en la densidad de fijaciones en áreas específicas entre la sesión 1 y la sesión 3 ($t(5) = 3.92$, $p < 0.05$). Esto sugiere una mayor exploración visual y una atención más equilibrada a diferentes aspectos de los materiales de clase.

Se realizó un análisis de regresión múltiple para examinar la influencia de las métricas de seguimiento ocular en el rendimiento académico de los estudiantes. En el grupo de Arquitectura, el modelo de regresión que incluía la duración media de las fijaciones, el número de fijaciones y los cambios en el tamaño de la pupila explicó el 62 % de la varianza en las calificaciones ($R^2 = 0.62$, $F(3, 2) = 6.45$, $p < 0.05$).

En el grupo de Psicología Clínica, el modelo de regresión que incluía las mismas métricas explicó el 71 % de la varianza en las calificaciones ($R^2 = 0.71$, $F(3, 2) = 8.92$, $p < 0.01$). Estos resultados sugieren que las métricas de seguimiento ocular son predictores significativos del rendimiento académico en ambas disciplinas, aunque la contribución relativa de cada métrica puede variar entre los grupos.

Tabla 4

Diferencias de sexo en la duración media de fijaciones y número de fijaciones por parte de la sesión

Grupo	Varianza explicada por el modelo de regresión
Arquitectura	62% (R^2 = 0.62, F(3, 2) = 6.45, p < 0.05)
Psicología	71% (R^2 = 0.71, F(3, 2) = 8.92, p < 0.01)

Nota. El análisis de regresión múltiple mostró que las métricas de seguimiento ocular fueron predictores significativos del rendimiento académico en ambas disciplinas, aunque la contribución relativa de cada métrica puede variar entre los grupos.

Los resultados de este estudio comparativo han revelado diferencias significativas en el procesamiento visual, la atención, la cognición y la reactividad emocional entre estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica. Los hallazgos sugieren que los estudiantes de Arquitectura tienden a presentar un procesamiento visual más orientado a los detalles, patrones espaciales y formas, una mayor atención sostenida, un pensamiento más analítico y una menor reactividad emocional a los estímulos visuales. Por otro lado, los estudiantes de Psicología Clínica muestran un procesamiento visual más enfocado en las emociones, expresiones faciales y lenguaje corporal, una mayor sensibilidad a los cambios en el entorno social, un pensamiento más holístico y una mayor reactividad emocional a los estímulos sociales. Estos resultados tienen implicaciones importantes para el diseño de estrategias de enseñanza y materiales educativos adaptados a las necesidades y características neurocognitivas de los estudiantes de cada carrera.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio comparativo han demostrado la utilidad del software de seguimiento ocular Pupil Core para evaluar y contrastar la atención y la activación emocional de estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica durante clases teóricas presenciales. Estos hallazgos están en línea con investigaciones previas que han destacado el potencial de la tecnología de seguimiento ocular para estudiar los procesos cognitivos y emocionales en entornos educativos (Lai et al., 2013; Mayer, 2019; Yang et al., 2021).

Las diferencias observadas en los mapas de calor de atención entre los estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica sugieren que estos grupos presentan patrones distintos de procesamiento visual y atención selectiva. Estos resultados concuerdan con estudios anteriores que han encontrado diferencias en los estilos cognitivos y las preferencias de aprendizaje entre estudiantes de diferentes disciplinas (Blazhenkova y Kozhevnikov, 2009; Campos, 2010; Kolb y Kolb, 2005).

La mayor atención a los detalles visuales, patrones espaciales y formas observada en los estudiantes de Arquitectura es consistente con las habilidades y competencias

requeridas en su campo, como la capacidad de visualización espacial y el pensamiento de diseño (Akin, 2001; Oxman, 2004). Por otro lado, la mayor atención a las emociones, expresiones faciales y lenguaje corporal en los estudiantes de Psicología Clínica refleja la importancia de las habilidades interpersonales y la sensibilidad emocional en su profesión (Egan, 2013; Rogers, 1957).

Las diferencias en las métricas de fijación, como la duración media de las fijaciones y la dispersión de las fijaciones, indican que los estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica emplean estrategias de exploración visual distintas durante las clases teóricas. Estos hallazgos están en consonancia con investigaciones que han demostrado la influencia de los estilos cognitivos y las demandas de la tarea en los patrones de movimientos oculares (Gegenfurtner et al., 2011; Rayner, 2009).

La mayor atención sostenida y la distribución más amplia de las fijaciones observadas en los estudiantes de Arquitectura sugieren un estilo de procesamiento visual más holístico y orientado a la síntesis de información espacial (Akin, 2001; Oxman, 2004). En contraste, el mayor número de fijaciones y la sensibilidad a los cambios en el entorno visual en los estudiantes de Psicología Clínica pueden reflejar un estilo de procesamiento más analítico y enfocado en los detalles sociales y emocionales (Egan, 2013; Rogers, 1957).

Las correlaciones encontradas entre las métricas de seguimiento ocular y las características demográficas de los participantes, como la edad y el sexo, resaltan la importancia de considerar las diferencias individuales en el estudio de la atención y la activación emocional en entornos educativos. Estos hallazgos están respaldados por investigaciones previas que han demostrado la influencia de factores personales en los patrones de movimientos oculares y el procesamiento de la información (Gegenfurtner et al., 2011; Shen y Itti, 2012).

La evolución de las métricas de seguimiento ocular a lo largo de las sesiones sugiere que los estudiantes de ambos grupos experimentan cambios en su atención y activación emocional durante las clases teóricas. La disminución gradual de la duración media de las fijaciones y el aumento del número de fijaciones pueden indicar una adaptación a los materiales de clase y una mayor eficiencia en la exploración visual (Mayer, 2019; Yang et al., 2021). Estos resultados están en línea con el modelo de aprendizaje multimedia de Mayer (2009), que destaca la importancia de la gestión de la carga cognitiva y la atención en el diseño de materiales educativos.

Las diferencias observadas en los cambios del tamaño de la pupila entre los estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica sugieren que estos grupos experimentan niveles distintos de activación emocional durante las clases teóricas. La mayor reactividad emocional a los estímulos sociales en los estudiantes de Psicología Clínica es consistente con las demandas emocionales de su profesión y la importancia de la empatía y la regulación emocional en la práctica clínica (Egan, 2013; Rogers, 1957). Estos hallazgos están respaldados por estudios que han demostrado la relación entre el tamaño de la pupila y la activación emocional (Bradley et al., 2008; Partala y Surakka, 2003).

Las correlaciones encontradas entre las métricas de seguimiento ocular y el rendimiento académico de los estudiantes sugieren que la atención y la activación emocional durante las clases teóricas pueden influir en el aprendizaje y el desempeño de los estudiantes. Estos resultados están en línea con investigaciones previas que han demostrado la relación entre los patrones de movimientos oculares, la atención y el rendimiento académico (Lai et al., 2013; Mayer, 2019; Yang et al., 2021). Sin embargo, las diferencias en las direcciones de las correlaciones entre los grupos de Arquitectura y Psicología Clínica indican que la relación entre las métricas de seguimiento ocular y el rendimiento académico puede variar según la disciplina y las demandas específicas de cada campo.

La evolución de los mapas de calor de atención a lo largo de las sesiones sugiere que los estudiantes de ambos grupos adaptan sus estrategias de exploración visual y atención a medida que se familiarizan con los materiales de clase. El aumento de la concentración de fijaciones en áreas clave en los estudiantes de Arquitectura y la distribución más uniforme de las fijaciones en los estudiantes de Psicología Clínica pueden reflejar una mejora en la eficiencia del procesamiento visual y una mayor capacidad para extraer información relevante (Gegenfurtner et al., 2011; Rayner, 2009). Estos hallazgos están respaldados por el modelo de aprendizaje multimedia de Mayer (2009) y la teoría de la carga cognitiva (Sweller et al., 2011), que enfatizan la importancia de la gestión de los recursos atencionales y la optimización del procesamiento de la información en el aprendizaje.

Los modelos de regresión múltiple que relacionan las métricas de seguimiento ocular con el rendimiento académico de los estudiantes destacan el potencial de la tecnología de seguimiento ocular para predecir el desempeño de los estudiantes y personalizar las estrategias de enseñanza. Estos resultados están en consonancia con estudios previos que han utilizado métricas de seguimiento ocular para predecir el rendimiento académico y adaptar los materiales educativos a las necesidades individuales de los estudiantes (Lai et al., 2013; Mayer, 2019; Yang et al., 2021). Sin embargo, las diferencias en la varianza explicada por los modelos entre los grupos de Arquitectura y Psicología Clínica sugieren que la contribución relativa de cada métrica de seguimiento ocular al rendimiento académico puede variar según la disciplina y las demandas específicas de cada campo.

A pesar de las fortalezas de este estudio, es importante reconocer algunas limitaciones. En primer lugar, el tamaño relativamente pequeño de la muestra y la especificidad de las carreras y asignaturas seleccionadas pueden limitar la generalización de los resultados a otros contextos educativos. Futuras investigaciones deberían replicar este estudio con muestras más grandes y diversas, así como en otras disciplinas y niveles educativos. En segundo lugar, aunque el software Pupil Core ha demostrado ser una herramienta válida y confiable para el seguimiento ocular (Kassner et al., 2014), es posible que existan variaciones individuales en la calidad de los datos registrados debido a diferencias en la fisiología ocular y la calibración del equipo. Futuros estudios podrían beneficiarse de la incorporación de

medidas adicionales para controlar estos factores, como la validación cruzada con otros sistemas de seguimiento ocular y la evaluación de la calidad de los datos registrados.

A pesar de estas limitaciones, los resultados de este estudio tienen implicaciones importantes para la práctica educativa y el diseño de materiales de aprendizaje. Los hallazgos sugieren que los estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica pueden beneficiarse de estrategias de enseñanza y materiales educativos adaptados a sus patrones de atención y activación emocional. Por ejemplo, los docentes de Arquitectura podrían enfatizar el uso de recursos visuales, como diagramas, planos y modelos 3D, para capitalizar la atención a los detalles visuales y patrones espaciales de sus estudiantes. Por otro lado, los docentes de Psicología Clínica podrían incorporar más actividades y materiales que fomenten la empatía, la sensibilidad emocional y las habilidades interpersonales, aprovechando la mayor atención a las emociones y las señales sociales de sus estudiantes.

Además, los resultados de este estudio destacan la importancia de considerar las diferencias individuales y la evolución de la atención y la activación emocional a lo largo de las sesiones de clase. Los docentes podrían utilizar esta información para diseñar materiales educativos que se adapten a las necesidades cambiantes de los estudiantes y que optimicen la carga cognitiva y emocional a lo largo del tiempo. Por ejemplo, los docentes podrían ajustar la complejidad y el ritmo de presentación de la información en función de los cambios observados en las métricas de seguimiento ocular, como la duración media de las fijaciones y el número de fijaciones.

Este estudio comparativo ha demostrado la utilidad del software de seguimiento ocular Pupil Core para evaluar y contrastar la atención y la activación emocional de estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica durante clases teóricas presenciales. Los resultados han revelado diferencias significativas en los patrones de procesamiento visual, atención y reactividad emocional entre ambos grupos, así como la evolución de estos patrones a lo largo de las sesiones de clase. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la práctica educativa y el diseño de materiales de aprendizaje, y sientan las bases para futuras investigaciones que exploren la aplicación de la tecnología de seguimiento ocular en la educación superior.

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones y recomendaciones para el diseño de materiales educativos en Arquitectura y Psicología Clínica:

- Los estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica presentan patrones distintos de atención y activación emocional durante las clases teóricas, lo que sugiere la necesidad de adaptar las estrategias de enseñanza y los materiales educativos a las características específicas de cada disciplina.
- Para los estudiantes de Arquitectura, se recomienda el uso de recursos visuales, como diagramas, planos, modelos 3D y simulaciones, que capitalicen su atención a los detalles visuales y patrones espaciales. Estos materiales

pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de visualización espacial y pensamiento de diseño, fundamentales en su campo.

- Para los estudiantes de Psicología Clínica, se sugiere la incorporación de actividades y materiales que fomenten la empatía, la sensibilidad emocional y las habilidades interpersonales, aprovechando su mayor atención a las emociones y las señales sociales. Esto puede incluir el uso de casos clínicos, juegos de roles, videos y simulaciones que aborden situaciones emocionales y sociales relevantes para la práctica clínica.
- Los docentes deben considerar las diferencias individuales y la evolución de la atención y la activación emocional a lo largo de las sesiones de clase al diseñar materiales educativos. Se recomienda ajustar la complejidad y el ritmo de presentación de la información en función de los cambios observados en las métricas de seguimiento ocular, como la duración media de las fijaciones y el número de fijaciones, para optimizar la carga cognitiva y emocional de los estudiantes.
- La tecnología de seguimiento ocular, como el software Pupil Core, puede ser una herramienta valiosa para evaluar la efectividad de los materiales educativos y adaptar su diseño a las necesidades específicas de los estudiantes. Se recomienda la incorporación de esta tecnología en el proceso de desarrollo y evaluación de materiales educativos en Arquitectura, Psicología Clínica y otras disciplinas.
- Futuras investigaciones deben explorar la aplicación de la tecnología de seguimiento ocular en otros contextos educativos y disciplinas, así como su integración con otras metodologías y tecnologías educativas, como el aprendizaje adaptativo y la realidad virtual/aumentada, para optimizar el aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes.

A pesar de las limitaciones inherentes a un estudio comparativo con una muestra relativamente pequeña, se espera que esta investigación siente las bases para futuros estudios que exploren la aplicación de la neurotecnología en la educación superior y que aborden la diversidad de los perfiles de atención y activación emocional entre estudiantes de diferentes carreras.

Los patrones diferenciados de atención visual y activación emocional observados entre estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica ofrecen implicaciones prácticas claras para el diseño didáctico. En Arquitectura, la fuerte orientación visuo-espacial sugiere que materiales con señalización gráfica, secuencias progresivas y elementos visuales jerarquizados pueden potenciar el aprendizaje. En Psicología, en cambio, la sensibilidad a estímulos socioemocionales indica que microescenas con pausas reflexivas y actividades de interpretación no verbal resultan más eficaces. Estas estrategias permiten traducir los hallazgos empíricos en acciones pedagógicas concretas, alineadas con principios de señalización y carga cognitiva, mejorando así la efectividad de la enseñanza presencial en cada disciplina.

En resumen, esta metodología comparativa, que combina tecnología de seguimiento ocular con un diseño de medidas repetidas y análisis estadísticos robustos, representa un enfoque novedoso para evaluar y contrastar la atención y la activación emocional de estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica durante clases teóricas presenciales.

Los resultados de este estudio podrían contribuir a una mejor comprensión de cómo los estudiantes de diferentes disciplinas procesan y responden a la información presentada en clases teóricas, y cómo esto podría influir en su aprendizaje y rendimiento académico. Además, los hallazgos podrían ser útiles para informar el diseño de estrategias de enseñanza y materiales educativos adaptados a las necesidades y características de los estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica de este estudio ha demostrado la utilidad de la tecnología de seguimiento ocular para evaluar y comparar la atención y la activación emocional de estudiantes de Arquitectura y Psicología Clínica durante clases teóricas presenciales. Los resultados obtenidos tienen implicaciones prácticas para el diseño de materiales educativos adaptados a las necesidades específicas de cada disciplina y abren nuevas vías para la investigación en neuroeducación aplicada a la educación superior.

REFERENCIAS

Akin, O. (2001). Variants in design cognition. In C. Eastman, M. McCracken, y W. Newstetter (Eds.), Design knowing and learning: Cognition in design education, pp. 105-124. *Elsevier*. https://doi.org/10.1016/B978-008043868-9/50006-1

Alemdag, E., y Cagiltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computers & Education, 125*, pp. 413-428. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.023

Blazhenkova, O., y Kozhevnikov, M. (2009). The new object-spatial-verbal cognitive style model: Theory and measurement. *Applied Cognitive Psychology, 23*(5), 638-663. https://doi.org/10.1002/acp.1473

Campos, A. (2010). Neuroeducación: Uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educación Revista Digital, 143*, pp. 1-14. http://www.educoea.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_143/articles/neuroeducacion.pdf

Egan, G. (2013). *The skilled helper: A problem-management and opportunity-development approach to helping (10th ed.)*. Cengage Learning. https://www.cengage.com/c/the-skilled-helper-10e-egan/9781285065717/

Gegenfurtner, A., Lehtinen, E., y Säljö, R. (2011). Expertise differences in the comprehension of visualizations: A meta-analysis of eye-tracking research in professional domains. *Educational Psychology Review, 23*(4), 523-552. https://doi.org/10.1007/s10648-011-9174-7

Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: From research to practice? *Nature Reviews Neuroscience, 7*(5), 406-413. https://doi.org/10.1038/nrn1907

Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., y van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/eye-tracking-9780199697083

Kassner, M., Patera, W., y Bulling, A. (2014). Pupil: An open source platform for pervasive eye tracking and mobile gaze-based interaction. Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: *Adjunct Publication*, 1151-1160. https://doi.org/10.1145/2638728.2641695

Kim, J., Guo, P. J., Seaton, D. T., Mitros, P., Gajos, K. Z., y Miller, R. C. (2014). Understanding in-video dropouts and interaction peaks in online lecture videos. *Proceedings of the First ACM Conference on Learning @ Scale Conference - L@S '14*, 31-40. https://doi.org/10.1145/2556325.2566237

Kit, B., y Sullivan, O. (2016). Classifying pupil's eye fixations to identify and analyze reading behaviors (eye tracking series). *SAS*. https://blogs.sas.com/content/subconsciousmusings/2016/09/06/classifying-pupils-eye-fixations-to-identify-and-analyze-reading-behaviors/

Kolb, A. Y., y Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education, 4*(2), 193-212. https://doi.org/10.5465/amle.2005.17268566

Lai, M.-L., Tsai, M.-J., Yang, F.-Y., Hsu, C.-Y., Liu, T.-C., Lee, S. W.-Y., Lee, M.-H., Chiou, G.-L., Liang, J.-C., y Tsai, C.-C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review, 10*, pp. 90-115. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001

Mayer, R. E. (2019). Searching for the role of emotions in e-learning. *Learning and Instruction, 70*, pp. 101-213. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.010

Oxman, R. (2004). Think-maps: Teaching design thinking in design education. *Design Studies, 25*(1), 63-91. https://doi.org/10.1016/S0142-694X(03)00033-4

Partala, T., y Surakka, V. (2003). Pupil size variation as an indication of affective processing. *International Journal of Human-Computer Studies, 59*(1), 185-198. https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00017-X

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review, 18*(4), 315-341. https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9

Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., y Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist, 37*(2), 91-105. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4

Posner, M. I., y Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology, 58*(1), 1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085516

Prieto, L. P., Sharma, K., Kidzinski, Ł., Rodríguez-Triana, M. J., y Dillenbourg, P. (2018). Multimodal teaching analytics: Automated extraction of orchestration graphs from wearable sensor data. *Journal of Computer Assisted Learning, 34*(2), 193-203. https://doi.org/10.1111/jcal.12232

Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 62*(8), 1457-1506. https://doi.org/10.1080/17470210902816461

Rogers, C. R. (1957). The necessary and sufficient conditions of therapeutic personality change. *Journal of Consulting Psychology, 21*(2), 95-103. https://doi.org/10.1037/h0045357

Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology, 39*(6), 1161-1178. https://doi.org/10.1037/h0077714

Scheiter, K., y Eitel, A. (2015). Signals foster multimedia learning by supporting integration of highlighted text and diagram elements. *Learning and Instruction, 36*, pp. 11-26. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.11.002

Shen, J., & Itti, L. (2012). Top-down influences on visual attention during listening are modulated by observer sex. *Vision Research, 65*, pp. 62-76. https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.06.001

Steinmayr, R., Ziegler, M., y Träuble, B. (2010). Do intelligence and sustained attention interact in predicting academic achievement? *Learning and Individual Differences, 20*(1), 14-18. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.009

Sweller, J., Ayres, P., y Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory. *Springer*. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4

Tokuhama-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. W. W. Norton & Company. https://wwnorton.com/books/9780393706079

Valiente, C., Swanson, J., y Eisenberg, N. (2012). Linking students' emotions and academic achievement: When and why emotions matter. *Child Development Perspectives, 6*(2), 129-135. https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00192.x

Willingham, D. T. (2009). *Why don't students like school? A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for the classroom. Jossey-Bass.* https://www.wiley.com/en-us/Why+Don%27t+Students+Like+School%3F%3A+A+Cognitive+Scientist+Answers+Questions+About+How+the+Mind+Works+and+What+It+Means+for+the+Classroom%2C+2nd+Edition-p-9781119715665

Yang, F.-Y., Tsai, M.-J., Chiou, G.-L., Lee, S. W.-Y., Chang, C.-C., y Chen, L.-L. (2018). Instructional suggestions supporting the online learning of scientific conceptual knowledge and reasoning. *International Journal of Science Education, 40*(10), 1115-1133. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1468831

Recepción: **Noviembre 19, 2024** | Aceptación: **Octubre 8, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

Impacto motivacional de la gamificación en los estudiantes de educación superior desde la mirada de los hispanohablantes

Motivational impact of gamification on higher education students from the perspective of spanish speakers

—

Guadalupe Toledo Toledo[1]
gtoledo@unistmo.edu.mx
ORCID: 0000-0002-8197-8865

Kathiane Toledo Valdez[2]
kathiane.valdez@unach.mx
ORCID: 0009-0005-2532-7768

1 Universidad del Istmo. Ciudad Ixtepec, Oaxaca. México

2 Facultad de Contaduría y Administración, Campus I. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. México.

Para citar este artículo:
Toledo Toledo, G., & Toledo Valdez, K. Impacto motivacional de la gamificación en los estudiantes de educación superior desde la mirada de los hispanohablantes. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a06

RESUMEN

La Gamificación se ha consolidado como una estrategia predilecta en la educación al proporcionar dinamismo a las clases, elevando el compromiso y la motivación de los estudiantes. Esta última razón es la que ha inspirado el presente artículo de revisión con el objetivo de identificar su impacto motivacional en la educación superior durante el periodo 2023 – 2024, dentro de la Comunidad Hispana. Al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se analizaron 9 artículos procedentes de la base de datos Mendeley, para ello se recolectó la información correspondiente a las categorías de análisis, que en su conjunto pasaron por un proceso de transformación a un esquema relacional. Este modelo de gestión de los datos fue útil para brindar el proceso de análisis exploratorio con ayuda de la herramienta Power BI, ofreciendo desde su tablero interactivo, una visión exhaustiva que enriqueció la descripción acertada del impacto. Los resultados reconocen cómo a partir del tipo de motivación evidenciada, de la modalidad educativa desarrollada, del uso o ausencia de tecnologías, entre otros aspectos, se logró potenciar aspectos como la responsabilidad, la participación activa, el sentido del flujo, entre otros hallazgos, aunado a la adquisición de habilidades transversales útiles hoy en día en la empleabilidad.

Palabras clave:

Gamificación; motivación; educación superior.

— Abstract—

In education, Gamification has emerged as a preferred strategy due to the dynamism it provides to classes, enhancing student motivation and engagement. This last reason has inspired the present article, whose aim is to identify the motivational impact this teaching technique has had on Higher Education within the Hispanic Community during the 2023-2024 period. By applying the inclusion and exclusion criteria, nine articles from the Mendeley database were analyzed. For this, the information corresponding to the analysis categories was collected, which underwent a transformation process into a relational scheme. This data management model was useful in providing the exploratory analysis process, aided by the Power BI tool, offering a thorough view through its interactive dashboard that enriched the accurate description of the impact. The results highlight how factors such as the type of motivation evidenced, the educational modality developed, and the presence or absence of technologies, among others, contributed to the improvement of elements like responsibility, active participation, the sense of flow, and other findings, along with the acquisition of transversal skills that are useful for employability today.

Keywords:

Gamification; motivation; higher education.

La *gamificación* es una estrategia versátil que se ha utilizado en diferentes sectores que abarcan al sector empresarial, recursos humanos, educativo, entre otros. De acuerdo con Contreras y Eguia (2016) se define como el uso de elementos de diseño de juegos para mejorar el compromiso y la motivación de los participantes, aspectos que resultan relevantes para el logro de los objetivos planteados.

Particularmente en la educación, la gamificación se presenta como una estrategia innovadora que busca romper con la forma tradicional de impartir las clases, donde el escenario educativo se desarrolla en un ambiente en el que el docente es el encargado de transmitir sus conocimientos a estudiantes, quienes los asimilan, para finalmente construir su propio conocimiento. Con ella, el escenario educativo se transforma y permite generar el aprendizaje por descubrimiento así como la comprensión involuntaria de los contenidos, en un ambiente creativo y agradable en el que se combina la propia experiencia educativa y el juego (Parra et al., 2020), por lo que es considerada como una herramienta de aprendizaje que puede ser empleada en diferentes asignaturas con el objetivo de desarrollar actitudes, comportamientos colaborativos y el estudio autónomo, tal como lo enfatiza Ortiz et al., (2018) tomado de Caponetto (2014).

La motivación en la educación es un factor que resulta fundamental para que un estudiante obtenga un desempeño satisfactorio durante su proceso de enseñanza aprendizaje, ya que, al sentirse motivado, asimila mejor los aprendizajes compartidos y se responsabiliza de la construcción de sus conocimientos. Al respecto, Pico (2017), citado por Soledispa et al., (2020), define a la motivación como el interés genuino del estudiante en aprender a aprehender para crear su propio aprendizaje, aplicando actividades activas, dinámicas y críticas, que le lleven a generar el compromiso que lo mantenga con el deseo constante de aprender.

Al ser la motivación un elemento determinante en la educación, la convierte en un aspecto que debe ser cuidado por las instituciones educativas a través de su cuerpo docente, ya que, al tener un contacto directo con los estudiantes pueden advertir sobre aquellos que se encuentren desmotivados y, con ello, se llegue a comprometer la correcta adopción de los conocimientos, situación que pueda poner en riesgo desde su desempeño académico hasta su permanencia en la institución. Debido a que, según Calatayud y Morales (2018, p. 185), "en las universidades se ha traducido en una falta de interés por las asignaturas, absentismo, escasa participación e incluso un paulatino abandono de estudios", lo que finalmente se refleja en un bajo rendimiento académico.

En su investigación, Mendel et al., (2020, pg. 25) señalan que es posible generar dos tipos de motivaciones: la intrínseca, en la que retoman de Raffini (1998), ocurre "cuando un alumno está motivado por el simple proceso de aprender, así como el interés que genera la materia sin esperar algo a cambio, nada que lo obligue". Por otro lado, existe la motivación extrínseca que, de acuerdo con los autores y tomado de Campanario (2002), "se produce cuando el estímulo no guarda relación directa

con la materia desarrollada, o cuando el motivo para estudiar es solamente la necesidad de aprobar el curso". Se comprende entonces, que la motivación intrínseca puede lograr un auténtico involucramiento del alumno más allá de la recompensa adquirida por la interacción con la dinámica de juego, mientras que la extrínseca se asume evidente, ya que el alumno cuenta con la expectativa de involucrarse esperando obtener algo a cambio.

Este comportamiento conductual en el estudiante es confirmado por Carbajal (2020) a partir de Song et al., (2017) y Kiryakova et al., (2014), al reconocer a la gamificación como una poderosa herramienta en la que a través del juego, se puede movilizar a los estudiantes hacia el compromiso y motivación en el aprendizaje por voluntad propia, de igual manera, se ha señalado que la incidencia de la gamificación, al integrarla en un proceso de enseñanza, ha demostrado una mejoría en el estado de ánimo de los estudiantes, así como una mayor participación en la elaboración de tareas, mejoras en actitud y en su rendimiento académico (Zepeda et al., 2018). Lo que la convierte en una estrategia viable por la facilidad con la que se integra al proceso educativo y los resultados prometedores que puede brindar en cualquier disciplina educativa.

No obstante, a pesar de que ya se han identificado esfuerzos en los que se evidencia el logro de la motivación en los estudiantes a partir del empleo de la gamificación como una estrategia de enseñanza aprendizaje, resulta de interés explorar desde el diseño de la estrategia didáctica aspectos que en su conjunto han contribuido a que esto sea posible.

La exploración pretende reconocer los esfuerzos de los hispanohablantes en el diseño de sus experiencias educativas a pesar de tratarse de países donde no se cuenta con la adecuada infraestructura, o que la hayan implementado con grupos numerosos, al tiempo de identificar alguna herramienta o procedimiento de análisis de datos innovador que permita desde el ejercicio visual comprender la relación de la gamificación y el tipo de motivación manifestada respecto a otros factores de estudio.

Es por ello que los objetivos que generan esta investigación buscan identificar el impacto motivacional de la gamificación en los estudiantes de educación superior a través de la revisión de artículos arbitrados publicados del 2023 al 2024 de habla hispana, desde la percepción de los estudiantes, junto con la necesidad de emplear un procedimiento de análisis de datos o herramientas que permitan una identificación acertada de los resultados referentes al impacto motivacional de la gamificación, por lo que se busca responder a las siguientes interrogantes: ¿Cuál ha sido el impacto motivacional de la gamificación en los estudiantes de habla hispana de educación superior del 2023 al 2024?, ¿Qué procedimiento de análisis de datos o herramienta puede emplearse a la identificación acertada de los resultados referente al impacto motivacional de la gamificación en estudiantes de habla hispana en educación superior del 2023 al 2024?

Las respuestas a las interrogantes que originan esta investigación permiten analizar las categorías que integran la revisión y coadyuvan a contar con un pan-

orama general de los esfuerzos que han realizado las instituciones de educación superior al emplear la gamificación, el ambiente en el que la han realizado. Es decir, si es presencial, virtual o híbrida, el tipo de motivación evidenciada, intrínseca o extrínseca, las asignaturas donde se ha implementado, las herramientas que han empleado para ejecutarla y otros hallazgos adicionales a la gamificación que se descubrieron con la implementación de la estrategia, además de obtener los resultados que han brindado a nivel motivacional en los estudiantes en educación superior en el habla hispana durante el periodo citado.

Otro de los aspectos a destacar con la presente exploración es aplicar un procedimiento o herramienta de análisis de datos novedoso que permita ofrecer un recurso visual y compacto de los resultados para comprender la relación de los tipos de motivación lograda con la gamificación respecto del resto de las categorías de análisis, hallazgos que, para esta investigación, reflejan en sí mismo el impacto motivacional de la gamificación.

MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica guiada en el paradigma positivista cuantitativo, bajo un enfoque descriptivo, no experimental transaccional, que buscó dar respuesta a las preguntas de investigación mencionadas en el apartado anterior. Para ello, se definió como criterio de búsqueda la determinación de palabras clave, así como especificaciones de inclusión y exclusión que a continuación son descritas.

Estrategia de búsqueda

Se seleccionó como repositorio de indagación al motor de búsqueda Mendeley de la empresa Global Elsevier, con el interés de analizar la formulación de las estrategias didácticas que han sido diseñadas con el uso de la gamificación y evaluadas en los estudiantes de educación superior.

Para ello, se tomó en consideración en los estudios identificados, la perspectiva del enfoque positivista o interpretativo en el que fue conducido. Es decir, si dichos trabajos partieron de la percepción de los alumnos sobre la experiencia gamificada o a partir de la demostración desde una mirada experimental, en el que se emplearon instrumentos que recuperaron las apreciaciones de los estudiantes y en los que se destaca la motivación como uno de los logros principales durante el desarrollo de la actividad, reconociendo así los procesos metodológicos recurrentes.

La elección de este motor de búsqueda radica en que Mendeley cuenta con una base de datos conformada por la participación activa de sus usuarios (aproximadamente 10 millones de usuarios/investigadores), lo que significa que las publicaciones existentes en la plataforma representan aquellas que fueron validadas por sus usuarios, entregando el resultado de la búsqueda a través de criterios de popularidad científica, como el número de citas obtenidas o de lecturas efectuadas de los artícu-

los, generando así algoritmos de búsqueda basados en la frecuencia de uso de dicha investigación, que también se considera como una red social para investigadores en el ámbito académico, permitiendo su retroalimentación y visibilidad, afianzando así la reputación de los investigadores (Arévalo, 2021).

Por tanto, las palabras empleadas en el proceso inicial de selección de los trabajos relacionados fueron: *gamificación, motivación* y *educación superior,* seguido de la formulación de la expresión lógica de búsqueda: *gamificación AND motivación AND educación superior*.

Criterios de inclusión

A partir de los resultados obtenidos en la base de datos, se procedió a filtrar la elección tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Los artículos debieron ser científicos para validar que pasaron por un proceso de arbitraje en el que se verificaron los resultados desde la mirada de un comité doble o triple ciego.
- El periodo de publicación de los artículos debió localizarse en el rango del 2023 al 2024, ya que representan los hallazgos más recientes en el tema y ayudan a complementar las revisiones sistemáticas identificadas, tales como las referidas por González (2023), Morocho et al. (2023) y López et al. (2023).
- La elección contempló exclusivamente aportes en idioma español que colaboran en el análisis de las tendencias y contribuciones de la comunidad hispanohablante con el propósito de destacar su participación en los últimos años e identificar retos y recomendaciones.
- El artículo se ubicó en el contexto de la educación superior en cualquier carrera o asignatura, lo que permitió enriquecer la discusión desde la mirada de diferentes disciplinas y las estrategias utilizadas en ellas.
- El artículo científico estuvo disponible, es decir, se contó con acceso completo para su revisión minuciosa, debido a que fue necesario verificar detalladamente la estrategia o experiencia educativa diseñada con gamificación tomando en cuenta la definición de categorías de análisis.
- Las categorías de análisis establecidas permitieron conocer aspectos relevantes para el análisis de la estrategia gamificada empleada en las investigaciones seleccionadas, y que a continuación son citadas.

    - o País en la que se efectúa la experiencia: corresponde al lugar de origen donde se presentó la experiencia educativa para identificar la tendencia de su uso en las publicaciones.
    - o Modalidad de educación: se refiere a conocer el entorno en el que se efectuó la estrategia, es decir, si se realizó en un entorno virtual de

aprendizaje, en un ambiente presencial o en una modalidad híbrida, y con ello identificar singularidades o aspectos en común entre las diferentes modalidades de enseñanza.

- Tipo de motivación conseguida o del cual se enfatiza el estudio: permite verificar si la estrategia propuesta enfatizó con su uso la adquisición de la motivación intrínseca, la extrínseca o ambas.
- Tipo de estudio: está orientada a reconocer el enfoque de la investigación aplicado, lo que permitió advertir sobre recurrencia y los estilos metodológicos en las propuestas (cualitativo, cuantitativo, mixto), con el objetivo de identificar los mecanismos optados con mayor frecuencia entre los autores para demostrar la adquisición o aumento de la motivación en los estudiantes.
- Naturaleza de la población: se refiere a características propias de los estudiantes como objeto de estudio, tales como: tamaño de la población, distribución de género, semestre cursado y aspectos contextuales relevantes que ayudaron a inferir aportaciones asociadas a la estrategia utilizada.
- Asignaturas empleadas como caso de estudio: corresponde a especificar el nombre del curso o la asignatura que fue sujeta al estudio en la formación profesional del estudiante.
- Herramientas tecnológicas que emplean para dar soporte a la Gamificación: se identificó en caso de mencionarse, el nombre de las aplicaciones digitales integradas a la experiencia gamificada con el fin de señalar las de mayor recurrencia.
- Otras estrategias no tecnológicas que se integraron a la Gamificación: en caso de que en el diseño de la experiencia gamificada se incluyera la integración de otras metodologías activas para el logro de la motivación, en este apartado se especificarían.
- Hallazgos adicionales descubiertos por los autores durante la experiencia gamificada: alude a puntos de vista señalados por los autores o estudiantes que destacaron durante el análisis de los resultados y que se adicionan a la validación del aumento o logro de la motivación en los propios estudiantes, así como mejoras futuras y retos que deban ser contemplados.

Criterios de exclusión

Además del proceso de depuración que consideró la aceptación de los artículos, se integró un nivel de selección que tomó en cuenta motivos adicionales para descartar alguna publicación previamente identificada, partiendo de determinar si se apega a los siguientes criterios:

- El artículo ofreció una perspectiva desde la mirada del docente, en la que el estudio interroga a docentes sobre la efectividad de la experiencia educativa basado en sus impresiones en el desempeño de los estudiantes, ya que se considera redundante, que, debido a la falta de consistencia, sea juez y parte en la verificación de dicha experiencia educativa.
- El artículo se desarrolló como una revisión sistemática, por lo que al ser la intención del objeto de estudio sustentar las categorías de análisis desde la descripción de la estrategia de gamificación empleada, no bastaba con simplemente describirla, lo que estableció una discusión rica y censada en la mirada de los diferentes autores, que pueda, inclusive, brindar hallazgos no contemplados relacionados con el objeto de estudio en cuestión.
- El artículo generó dudas en el proceso metodológico, ya sea porque no explica el instrumento empleado, no refiere el mecanismo de análisis de sus datos o se prestó a realizar aseveraciones que no pudieron ser demostrables con los datos que se obtuvieron en la investigación.
- El artículo omite desde su proceso metodológico el logro de la motivación.

Al efectuar la búsqueda bajo los operadores y palabras descritas anteriormente, se obtuvieron como resultado 22 artículos candidatos. Una vez que se emplearon los criterios de inclusión, se obtuvieron 19 investigaciones a las que, posteriormente, se les aplicaron los criterios de exclusión bajo los filtros correspondientes, dejando un total de 9 artículos para su revisión y análisis minucioso.

RESULTADOS

El resultado del análisis de los 9 artículos seleccionados se encuentra descrito con mayor detalle en la Tabla 1. A partir de dicha tabla requisitada se efectuó el análisis exploratorio de los resultados con la Herramienta Power BI.

Tabla 1

Concentrado de categorías de análisis a partir de los artículos seleccionados después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión

Id	Artículo (cita)	País	Modalidad de educación (virtual, presencia, híbrida)	Tipo de motivación (intrínseca o extrínseca)	Tipo de investigación (cuali, cuanti, mixta, etc)	Naturaleza de la población	Asignatura empleada como caso de estudio	Herramientas tecnológicas que emplean	Otras estrategias/mo tecnológicas empleadas	Hallazgos adicionales dentro de la experiencia gamificada
1	Vides, J., Alvarez-Díaz, K. (2023).	España	presencial	Extrínseca	Mixta	12 estudiantes que fueron los que asistieron a clase (3 mujeres y 9 hombres), entre 21 y 30 años, de 4° de Grado en Economía.	Economía de la Universidad Complutense de Madrid		Metodología activa: Escape room para conteníne en el Presidente del Banco Central Europeo. Materiales: Salón, boligrafos y papel. (Aprendizaje basada en juegos).	Mejoró la atención sobre las indicaciones de la actividad. La consideraron una estrategia dinámica. Por la alta competitividad, algunos estudiantes no disfrutaron del juego. Generó estrés por el conteo regresivo del tiempo indicado para la actividad. Mejoró la comprensión respecto a los contenidos de la asignatura. Autonomía en el aprendizaje. Motivación de los estudiantes.
2	Model-San E, Y. Lisset, Moreno, B. R., & Aguirre, C., E. (2023).	México	Virtual	Intrínseca y Extrínseca	Cuantitativa	12 estudiantes	Algoritmos y Estructuras de Datos (tercer semestre) en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Redes		Dinámica de progresión y logros a través de mecánicas como recompensas, que brindan beneficios dependiendo de los logros; desafíos, para las tareas que implicaban un reto; y competición y clasificación, que hace que los estudiantes se esfuercen por verse en los primeros lugares. En cuanto a los componentes, se implementaron las insignias, puntos, desbloqueos, tablas de posición y barras de progreso. (Aprendizaje basado en juegos)	Motivación de los estudiantes. Mejora en el interés por la materia.

3	López L. H., Félix G. J., Castro S. F., Álvarez R. J., Lizárraga C. L. (2023).	México		Presencial	Extrínseca	Mixto	No específica	Estudiantes de la Facultad de Informática Mazatlán	No específica	No específica	Mayor participación y compromiso en las actividades académicas. Mayor retención y comprensión de información académica. Mejora en el rendimiento académico. Mejora de la motivación.
4	Ramos, J. Mora, M. Andrade, E. Zapata, N. (2024).	Ecuador		Virtual	Extrínseca	Cualitativo de alcance correlacional	54 estudiantes	Estudiantes de primer semestre de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad en asignaturas básicas como Matemática Técnica, Física, Electrotecnia, Comunicación Oral y Escrita, Informática y Realidad Nacional	No específica	No específica	Incrementó el interés de la asignatura. Retener y mejorar la información recibida.
5	Álvarez-Alonso, P., & Echevarría-Bonet, C. (2023).	España		Híbrida	Intrínseca y extrínseca.	Marco positivista a través de una investigación experimental contemplando a un grupo de control (ING-B y otro de prueba (ING-A) con modelo gamificado.	Fueron 2 cursos (2019-2020 y 2020-2021) con un total de 71 (46) y 58 (23) alumnos, siendo varones el 70% del grupo ING-A y el 60% del grupo ING-B, de edades entre 18 y 20 años con un nivel de competencia digital medio-alto.	Ondas y electromagnetismo	Moodle Actividades individuales: (Office 365, Perusall, power point. Actividades grupales: Kahoot, Flippity.	Complementaron la gamificación con Aprendizaje basado en proyectos a través de empresa ficticia.	Participación activa, compromiso, aprendizaje, colaboración, motivación.
6	Rodríguez Barboza, J. R., Ávila Sánchez, G. A., Sánchez Aguirre, F. de M., Andrade Díaz, E. M., Méndez Ilizarbe, G. S., Huamaní, R. P., & La Rosa Gallardo, L. A. (2023).	Perú		Presencial	Intrínseca	Enfoque cuantitativo con diseño correlacional causal, diseño descriptivo no experimental transaccional, positivista se evaluaron mediante cuestionario 2 variables: la competencia discursiva y la competencia funcional. La técnica de análisis es diagrama de bosque.	Una muestra de 90 participantes seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Se empleó cuestionario con 25 ítems para evaluar la herramienta quizizz y una rúbrica con 20 ítems para recopilar datos sobre la competencia gramatical	Competencia gramatical en el idioma inglés	Quizziz	No específica	Desempeño académico, colaboración, motivación, participación, retroalimentación constante.

7	Pérez-López, I. J., Navarro-Maíces, C., & Mora-González, J. (2023).	España	Presencial	Intrínseca	Paradigma interpretativo Metodología cualitativa, con el objetivo de conocer las percepciones del alumnado, a través de una pregunta abierta en Google Drive categorizando las percepciones en 4 categorías principales: gestión emocional, flow, coherencia narrativa, y aprendizaje.	La muestra del grupo en el que se desarrolló estaba formada por 51 estudiantes (36 hombres y 15 mujeres)	Fundamentos de la Educación Física.	Para el breakout de dificultad media. Genially, Photopaper web Jigsawplanet Educaplay. Para el breakout de dificultad alta: Lockee.fr. Photopaper web Board GamesGeek.	Complementaron la gamificación a través de dos breakouts (aprendizaje basado en juegos) con recursos digitales de apoyo ambientado en la saga de Harry Potter y denominado Harry Potter: el legado de Dumbledore.	Gestión emocional, aprendizaje, resolución de problemas, colaboración, adaptación a nuevas situaciones, flow, motivación.
8	López-Verdugo, I., Ridao, P., & Reina-Flores, C. (2023).	España	Presencial y virtual	intrínseca	Se combina el análisis cualitativo y cuantitativo de la información (mixto) con una metodología cuasi-experimental .	447 estudiantes de los Grados de Infantil y Primaria durante el escenario prepandemia (presencial) y durante la pandemia COVID-19 (virtual). La muestra del estudio estuvo compuesta por la totalidad de participantes en la experiencia: 447 estudiantes, 270 en la modalidad presencial y 177 en la modalidad no presencial. El 84,7% de los participantes eran mujeres y el 15,3% hombres. La franja de edad de la muestra abarcaba de los 18-22 años. La diferencia fundamental entre ambos grupos radicó en el desarrollo de la actividad en modalidad presencial para el grupo pre-COVID-19 y en modalidad síncrona online para el grupo COVID-19	La asignatura Psicología del Desarrollo del Grado en Educación Infantil y del Grado en Educación Primaria	Se utilizó la Blackboard Collaborate Ultra (Plataforma de Enseñanza Virtual).	La actividad de gamificación "¿Quién quiere ser millonario?" constituye una adaptación del famoso juego del mismo nombre con fines pedagógicos (Aprendizaje Basado en Juego)	Colaboración, lúdico, Aprendizaje, gestión emocional, compromiso, motivación.
9	Velázquez García, L., Longar Blanco, M. del P., & Cedillo Hernández, A. (2024).	México	Presencial	intrínseca	Investigación cuantitativa con enfoque descriptivo.	125 de Estudiantes del segundo semestre del área de ingeniería, innovación y transformación. Conformados en 6 grupos durante 2 periodos académicos 2021-2022, conformado por 83 hombres y 42 mujeres en edades entre 18 y 29 años del Tec de monterrey.	Análisis de sistemas eléctricos en sistemas ingenieriles	Genially	Gamificación mediante scape room (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en juego). La actividad planeo 5 retos disciplinares que al ser resueltos entregan la llave de salida de la sala de escape	Colaboración, resolución de problemas, pensamiento crítico, aprendizaje, compromiso, motivación.

Para dar inicio al análisis de los datos obtenidos se realizó el modelado de una base de datos relacional, como se puede observar en la Figura 1) con los datos

cargados en la Tabla 1. En ella se describieron las relaciones de multiplicidad entre los artículos (columna Id dentro de la tabla, llamada id artículo) y cada una de las categorías de análisis (columnas de la tabla representadas como atributos de la tabla artículos y tablas adicionales), para continuar con el ingreso de los datos en un archivo en Excel, cada pestaña representó una tabla distinta del modelo de base de datos, como se puede observarse en la Tabla 2.

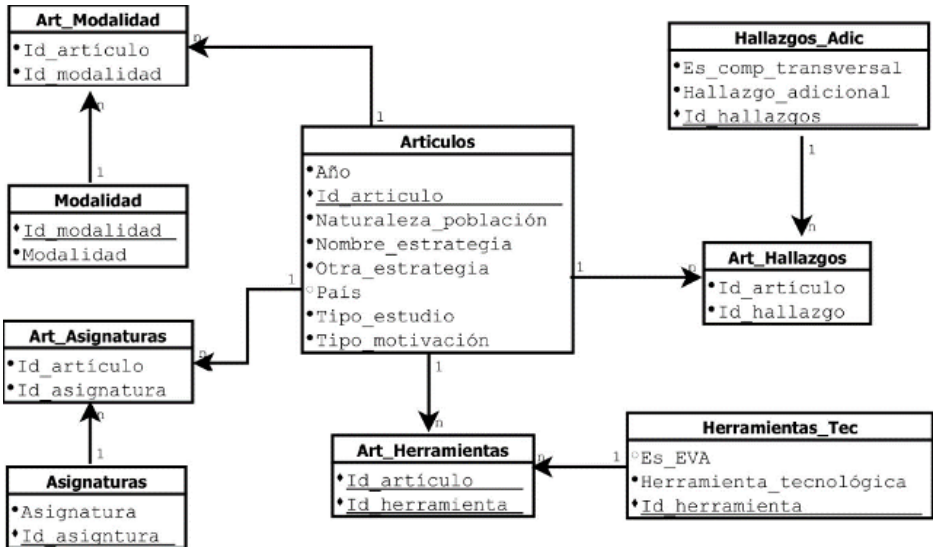
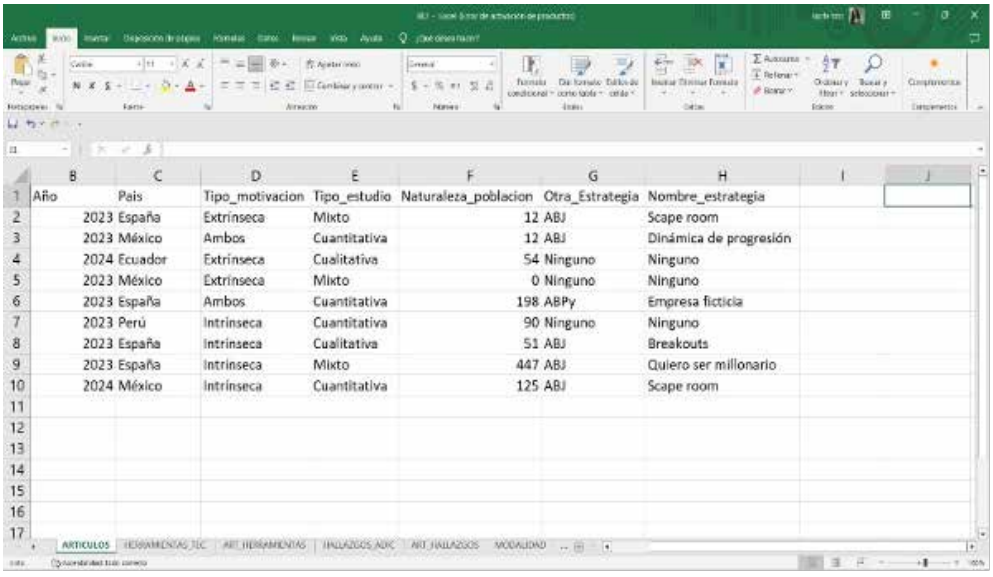


Figura 1. Modelo relacional a partir de Tabla 1

Tabla 2

Datos de la Tabla 1 cargados en Excel en diferentes hojas



	Año	País	Tipo_motivacion	Tipo_estudio	Naturaleza_poblacion	Otra_Estrategia	Nombre_estrategia
2	2023	España	Extrínseca	Mixto	12	ABJ	Scape room
3	2023	México	Ambos	Cuantitativa	12	ABJ	Dinámica de progresión
4	2024	Ecuador	Extrínseca	Cualitativa	54	Ninguno	Ninguno
5	2023	México	Extrínseca	Mixto	0	Ninguno	Ninguno
6	2023	España	Ambos	Cuantitativa	198	ABPy	Empresa ficticia
7	2023	Perú	Intrínseca	Cuantitativa	90	Ninguno	Ninguno
8	2023	España	Intrínseca	Cualitativa	51	ABJ	Breakouts
9	2023	España	Intrínseca	Mixto	447	ABJ	Quiero ser millonario
10	2024	México	Intrínseca	Cuantitativa	125	ABJ	Scape room

Posteriormente, el archivo en Excel se cargó en Power BI para construir el Dashboard o tablero que permitió agrupar en una sola vista todos los gráficos (uno por categoría de análisis) y se trabajó con filtros avanzados para comprender el comportamiento de los datos a partir de la selección de algún valor en cualquiera de las variables categóricas.

Por lo que fue posible advertir la frecuencia de los artículos por categoría de análisis, al seleccionar un valor de interés en el histograma, lo que generó en el Dashboard un efecto en las frecuencias del resto de las categorías para aquellas que cumplieron con el filtro señalado; esto permitió conocer, por ejemplo, cuántos fueron los artículos en los que se generó la motivación intrínseca, la extrínseca o ambas, o aquellos que fueron publicados en 2024, entre otras revelaciones.

Con esta depuración de datos se estableció una discusión enriquecida, en la que se logró describir el comportamiento de los datos a partir de cada variable categórica e identificar aspectos de interés relacionados con el impacto motivacional, comprendido en este trabajo de investigación como el efecto del resto de las categorías según el tipo de motivación obtenida (intrínseca, extrínseca o ambas).

Además de ello, permitió la exploración de algunos patrones de datos que aportaron información interesante y concluyente sobre el objeto de estudio con apoyo de filtros avanzados y su propagación hacia las diferentes categorías de análisis, con lo que se obtuvieron los siguientes resultados:

- De las investigaciones revisadas en las que se implementó la gamificación en el proceso de enseñanza aprendizaje, se identificó como principal país a España, con el 44.4 % de ocurrencias, a México con un 33.3%, mientras que, en Ecuador y Perú, cada uno participó con un 11.1%, como puede observarse en Figura 2).

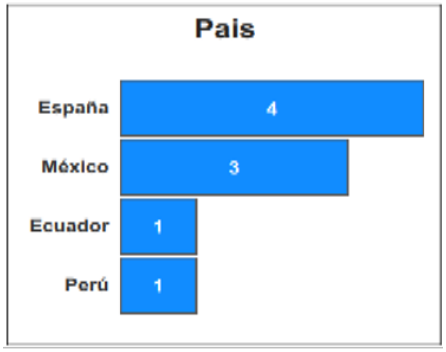


Figura 2. Frecuencia de artículos por país

- La *modalidad* predominante en los artículos revisados correspondió a la presencial con el 55.5 %, la modalidad virtual con un 22. 2 %, a diferencia de la modalidad híbrida y la presencial/virtual con un 11.1 % cada una, como puede apreciarse en la Figura 3. Cabe destacar que esta última

modalidad fue necesaria para diferenciarse de la híbrida, ya que se refieren a estudios que reprodujeron la misma experiencia educativa en dos modalidades distintas para valorar los efectos y determinar diferencias, por tanto, no se consideró como híbrida, debido a que esta última alternó ambas modalidades durante la experiencia educativa.

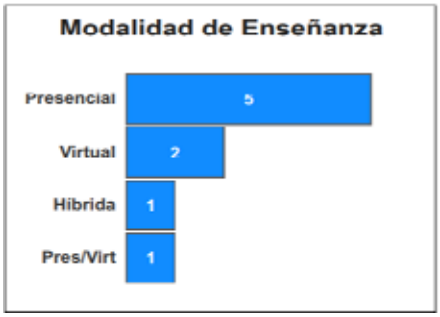


Figura 3. Frecuencia de artículos por modalidad de enseñanza

- Al haber integrado la gamificación durante el proceso de enseñanza aprendizaje, el *tipo de motivación* que se evidenció en su mayoría fue la intrínseca, como puede observarse en la Figura 4, con un 44.4 %, mientras que la motivación extrínseca tuvo una participación del 33.3 %, seguido de un 22.2 % que generaron ambos tipos de motivación.



Figura 4. Frecuencia de artículos por Tipo de motivación

- Se destaca que un 77.7 % de los estudios consultados para el desarrollo de esta investigación se publicaron en el 2023, mientras que el 22.2 % de los artículos correspondieron al 2024, como puede apreciarse en la Figura 5.

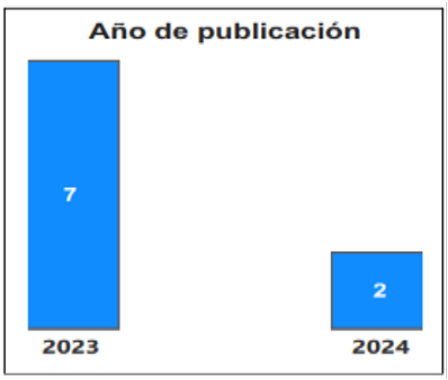


Figura 5. Frecuencia de artículos por año de publicación

- El *tip o de enfoque de investigación* preponderante fue el cuantitativo con un 44.4 %, el mixto fue empleado por el 33.3 % de los trabajos revisados y el enfoque cualitativo se aplicó a un 22.2 %, como puede observarse en la Figura 6.



Figura 6. Frecuencia de artículos por Tipo de investigación

- En lo referente a las *estrategias integradas con la gamificación*, como puede observarse en la Figura 7, con un 55.5 % fue mencionado el Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ), mientras que el 33.3 % no integró alguna estrategia en particular al diseño gamificado. Finalmente, con un 11.1 % predominó el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy).

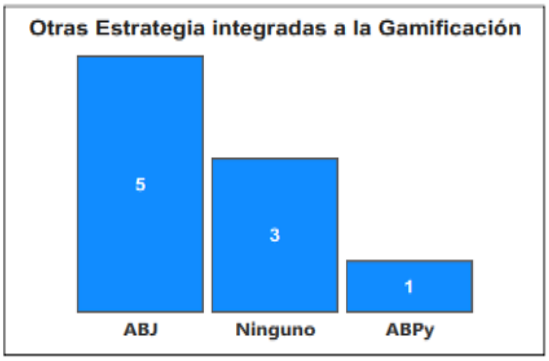


Figura 7. Frecuencia de artículos por Otras estrategias integradas a la Gamificación

- Entre las *asignaturas* mencionadas en las que se implementó la gamificación para cumplir el logro de los objetivos de los estudios realizados, se destacó su aplicación en una amplia variedad, en las que se refirieron a Informática, Sistemas Eléctricos, Física, Educación Física, Comunicación oral y escrita, Algoritmos y Estructuras de datos, Competencia gramatical en inglés, Economía, Psicología, Electrotécnica, Matemáticas y Realidad Nacional.

- Se pudo constatar desde la percepción de los estudiantes que, como parte de los *hallazgos localizados* en los artículos revisados, el 100 % demostró haber impactado positivamente en su motivación, el 55.5 % evidenció mejoras en su Aprendizaje y Colaboración, el 44.4 % mencionó mejoras en el Compromiso y el 33.3 % desarrolló una Participación Activa.

  Lo que refiere a la Comprensión de contenidos, Desempeño académico, Gestión emocional, Interés por la materia, Mejora de la atención y Resolución de problemas fueron mencionadas cada una con un 22.2 %, en el 11.1 % se indicaron hallazgos como: Adaptación a nuevas situaciones, Flow, Generarles estrés, Lúdico, Pensamiento crítico y Retroalimentación constante. Se destacó que el 41.17 % de estos hallazgos correspondió al logro de competencias transversales, como puede observarse en la Figura 8.

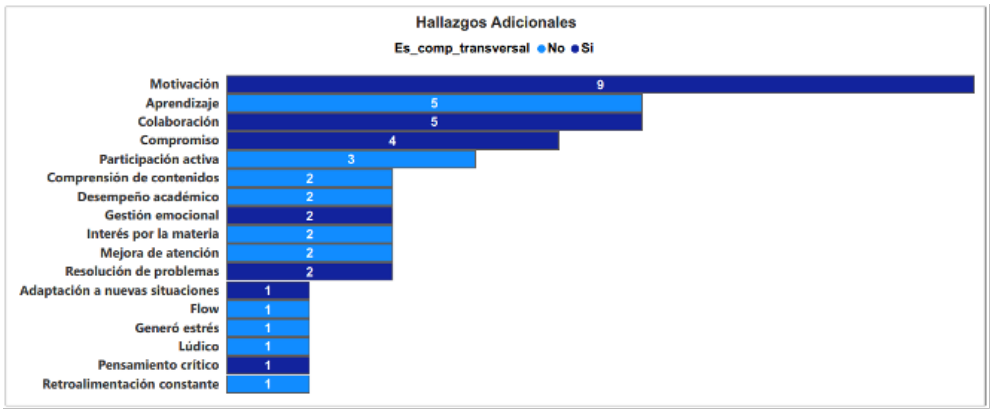


Figura 8. Frecuencia de artículos por Hallazgos Adicionales y cuáles de ellas son Competencias transversales.

- En lo referente a *las actividades gamificadas empleadas*, estuvieron relacionadas con el objetivo que la propia actividad persiguió; el 33.3 % de los artículos no especificaron el nombre de la actividad, mientras que el "Scape Room" resultó ser la estrategia que logró un porcentaje mayor de participación con un 22.2 %, seguido de los "Breakouts", "Dinámica de progresión y logros", "Empresa Ficticia" y "Quiero ser millonario" con el 11.1 % cada uno de ellos, como puede observarse en la Figura 9.

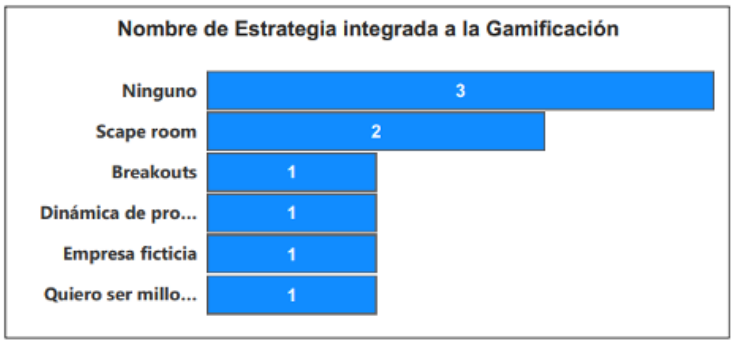


Figura 9. Frecuencia de artículos por Nombre de la estrategia integrada a la Gamificación

- La *Naturaleza de la población*, resultó diversa, como puede observarse en la Figura 10, el 55 % se realizó con una población menor a 100 alumnos, en el 22.2 % se involucró una población superior a 100 y menor que 200 estudiantes, mientras que, con una población superior a 400 se identificó al 11.1 % de los trabajos relacionados, compartiendo este último porcentaje con aquellos estudios que no especificaron su tamaño poblacional.

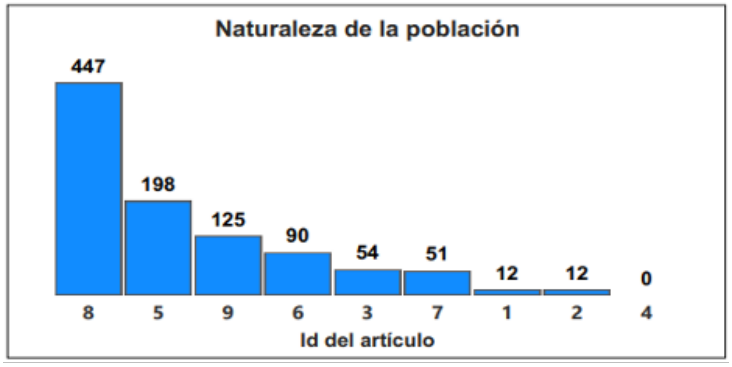


Figura 10. Frecuencia de artículos por Naturaleza de la población

- Finalmente, en cuanto a la *Herramienta Tecnológica* empleada, el 33.3 % no utilizó alguna en el desarrollo de la actividad gamificada; del 66.6 % que sí aplicó, lo hizo utilizando con mayor frecuencia a Genially y Quizziz; siendo el 12.5 % Entornos Virtuales de Enseñanza /Aprendizaje (EVA); el resto de las herramientas menos frecuentes pueden ubicarse en la Figura 11.

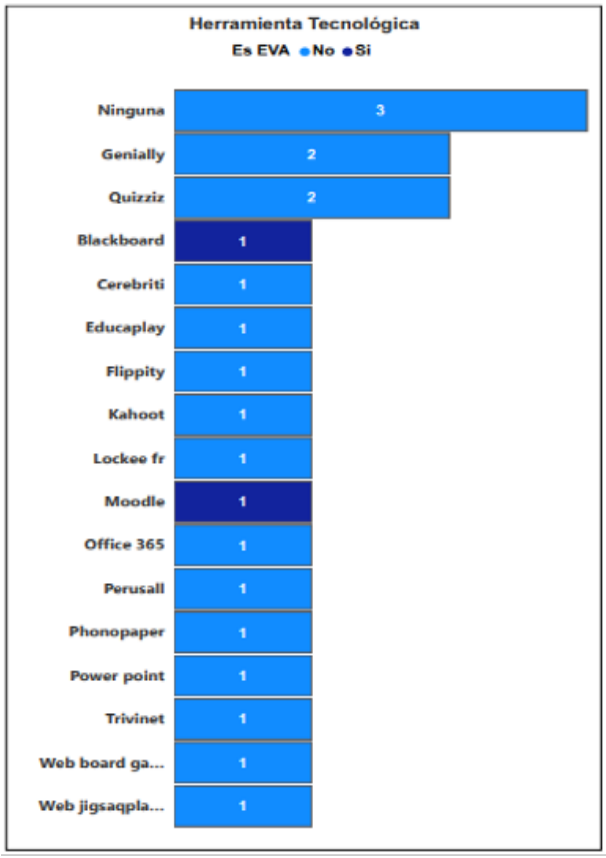


Figura 11. Frecuencia de artículos por Herramienta tecnológica y cuáles de ellas son Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA)

Para dar respuesta a la pregunta de investigación relacionada con el impacto motivacional en la educación superior dentro de la comunidad hispanohablante, se refirió a relacionar dicho impacto al comportamiento del tipo de motivación evidenciada (intrínseca, extrínseca o ambas) respecto al resto de las categorías de análisis, con lo cual se obtuvo que:

- De la *Motivación Intrínseca* lograda con relación a las demás categorías, se pudo advertir un porcentaje mayor en las publicaciones pertenecientes a España; la modalidad de enseñanza predominante fue la presencial, realizados en su mayoría en el 2023.

  En cuanto al tipo de investigación en la que se ha evidenciado esta motivación, destacó la cuantitativa, siendo el Aprendizaje Basado en Juegos la estrategia integrada a la gamificación.

  Los estudios que corresponden la motivación intrínseca lo han constatado en poblaciones superiores a los 50 estudiantes hasta llegar al tope mayor de 447, siendo Genially la herramienta más empleada y como hallazgos adicionales logrados, se pudo observar que la mayoría de los estudiantes confirmaron haber adquirido: *Colaboración, Aprendizaje, Compromiso, Gestión emocional, Resolución de problemas*, entre otras, que pueden identificarse en la Figura 12.

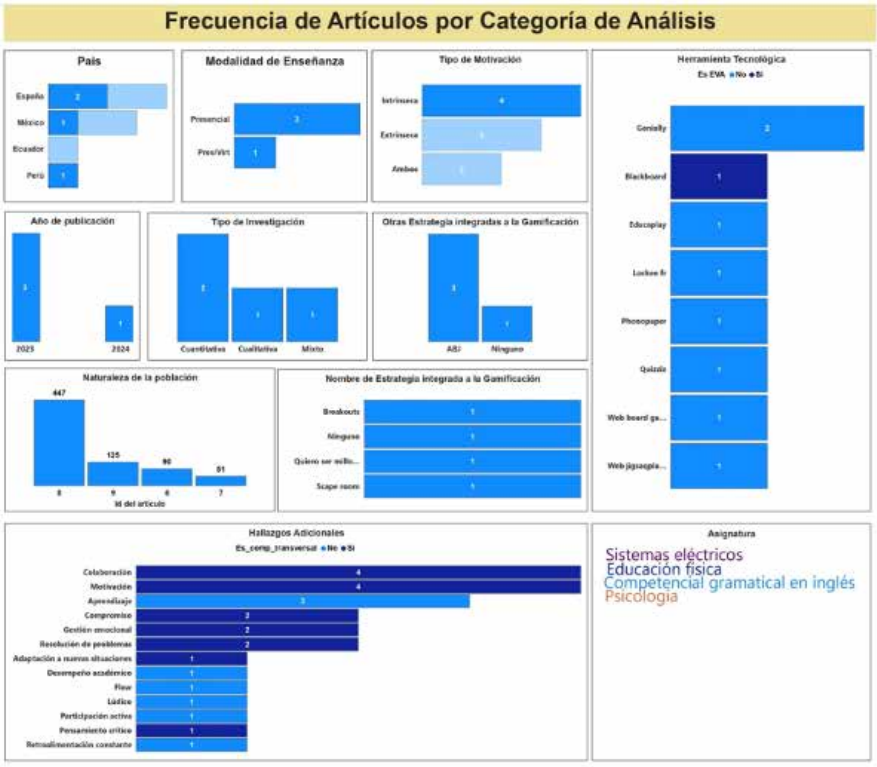


Figura 12. Motivación Intrínseca respecto al resto de las categorías

- Los resultados que se evidenciaron a partir del tipo de *Motivación Extrínseca* con relación al resto de las categorías indicaron la presencia de estudios con la misma proporción en España, México y Ecuador, donde la modalidad de enseñanza predominante se llevó de manera presencial, mientras que el año de publicación fue en el 2023.

  El enfoque de investigación predominante fue el mixto, sin hacer uso de otras estrategias integradas a la gamificación, destacando solo una revisión en la que se empleó el Aprendizaje Basado en Juegos; la naturaleza de la población refiere que se realizó con grupos de 12 y 54 estudiantes, adicionando el Scape room como estrategia integrada a la gamificación.

  En cuanto a las herramientas tecnológicas utilizadas se mencionaron Cerebriti, Quizziz y Trivinet. Finalmente, este tipo de motivación logró hallazgos adicionales como: *Compromiso, Comprensión de contenidos, Aprendizaje*, entre otras que pueden ubicarse en la Figura 13.

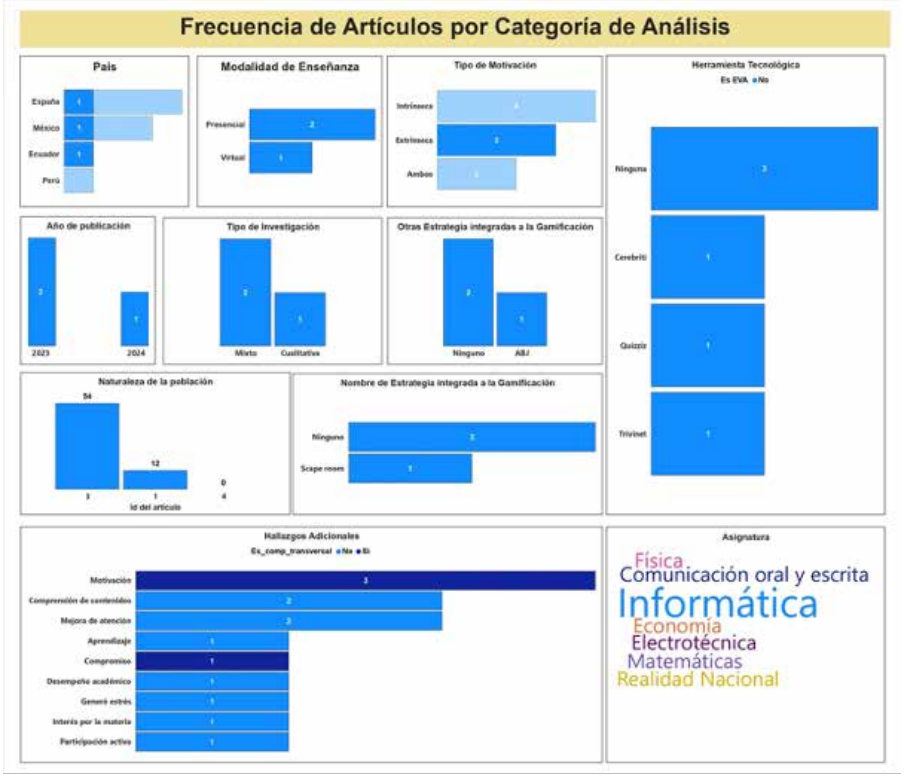


Figura 13. Motivación Extrínseca respecto al resto de las categorías

- Al analizar los estudios en los que los estudiantes refirieron haber logrado ambas motivaciones, la Intrínseca y la Extrínseca, se observó que se presentaron en las publicaciones desarrolladas en España y México en el 2023, donde la modalidad de enseñanza empleada fue la presencial y la híbrida.

En cuanto al tipo de investigación que mostró ambas motivaciones se observó la cuantitativa, siendo el Aprendizaje Basado en Juegos y el Aprendizaje Basado por Proyectos las estrategias integradas a la gamificación.

Los estudios correspondientes a ambas motivaciones se constataron en poblaciones de 12 y 198 estudiantes, siendo Flippity, Kahoot, Moodle, Office 365, Perusall, Power Point las herramientas utilizadas; como hallazgos adicionales se observó que la mayoría de los estudiantes confirmaron haber logrado: *Aprendizaje, Colaboración, Compromiso, Interés por la materia* y *Participación Activa*, como puede observarse en la Figura 14.

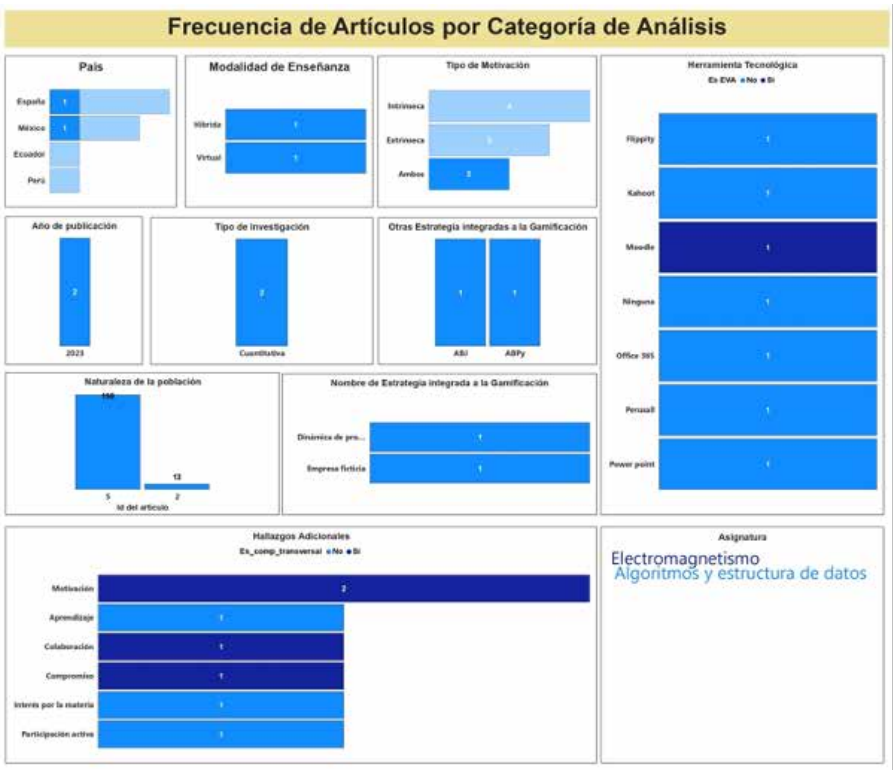


Figura 14. Motivación Intrínseca y Extrínseca respecto al resto de las categorías

De igual manera, atendiendo la segunda pregunta de investigación relacionada al procedimiento o herramienta para el análisis de datos, se logró aportar una metodología para el mapeo de los datos de la Tabla 1, tomando como base conocimientos elementales de bases de datos, con los que se generó un modelo relacional, considerando la multiplicidad entre ellos. Posteriormente, se realizó el volcado de los datos en Excel, para enseguida ser leídos por la herramienta Power BI, desde la que se construyó el Tablero con histogramas resultantes (Dashboard), empleándose filtros que se propagaron a las diferentes categorías de análisis.

CONCLUSIONES

Gracias a la definición adecuada de los criterios de inclusión y exclusión se logró la identificación y análisis de 9 artículos de investigación provenientes del repositorio Mendeley, permitiendo así aseverar dentro de los esfuerzos realizados en los últimos años (2023-2024) por parte de la comunidad hispana al emplear gamificación en el proceso educativo que:

España es la procedencia dónde más se ha publicado últimamente; los artículos se divulgaron con mayor frecuencia en el 2023; la variación entre la naturaleza de la población se encontró en el rango de los 12 participantes hasta los 447; las herramientas más empleadas por la comunidad para construir recursos gamificados fueron Genially y Quizziz, respaldando lo señalado por Vergara Rodríguez et al. (2019) quienes mencionan que estas herramientas son populares debido a su enfoque lúdico, coadyuvando la participación, gracias a las actividades interactivas y creativas que pueden crearse con ellas.

De igual manera, se logró demostrar que la gamificación la han aplicado a una diversidad de disciplinas y de perfiles profesionales, validando así que esta estrategia educativa puede ser empleada en cualquier ámbito de desarrollo profesional en la educación superior, lo que se confirma por Ortiz et al., (2018) tomado de Caponetto (2014) a la gamificación como una herramienta de aprendizaje que puede ser empleada en diferentes asignaturas para el desarrollo de actitudes, comportamientos colaborativos y el estudio autónomo.

A su vez, el Aprendizaje basado en el Juego, utilizando *Scape room* representó la opción más frecuente como herramientas de enseñanza aprendizaje vinculadas a la gamificación, lo que confirma las aseveraciones brindadas por Piñero Charlo (2019) quien señala que se ha manifestado un fuerte interés en el ámbito educativo por desarrollar este tipo de estrategia, aunado a lo señalado por Rodríguez-Oroz et al. (2019) quienes enfatizan la compatibilidad que tiene la gamificación con otras estrategias de enseñanza.

No obstante, la gamificación ha identificado una serie de retos o complejidades en su diseño según la opinión de los actores en los trabajos relacionados analizados, entre ellos, Vides y Alvarez-Diaz (2023) quienes señalaron que durante su experiencia educativa, los estudiantes manifestaron estar estresados al trabajar las actividades a contra reloj, lo que puede nublar la verdadera intención de aprender mientras se juega. Además de lo mencionado por Álvarez-Alonso y Echevarria-Bonet (2023), quienes indicaron la importancia de tomar en cuenta el tamaño del grupo al momento de efectuar una experiencia gamificada, ya que la labor de retroalimentación puede ser extenuante y agotadora, por lo que el diseño de la experiencia debe contemplar los efectos que puede causar el uso frecuente de la presión sobre el tiempo e incluso el tamaño del grupo.

Razón por la cual, en los trabajos futuros se espera abordar este estudio considerando una búsqueda y selección de trabajos exclusivamente en inglés para

verificar si los hallazgos se mantienen o se descubren estrategias de aprendizaje o conceptos nuevos que se relacionan a los contextos de uso en las comunidades que tienen al inglés como idioma nativo.

A su vez, dentro de las variables categóricas estudiadas para analizar el impacto motivacional dentro de la gamificación en la educación superior se obtuvo que: la modalidad de enseñanza predilecta para la gamificación ha sido la presencial; el tipo de motivación mayormente reportada, la Intrínseca, tal y como sostiene Lomba et al. (2021) al asegurar que la gamificación en la educación superior se ha caracterizado por lograr este tipo de motivación; los estudios empleados para demostrar la mejora en la motivación recayeron con mayor incidencia en lo Cuantitativo.

De igual manera, el concepto del sentido de flujo (flow) fue mencionado por los estudiantes y elude a un estado de total concentración en la actividad manteniendo una participación activa en ella (García Lázaro, 2019). Lo que invita a tomar en consideración esta variable como un aspecto relevante de estudio al gamificar.

Atendiendo, por su parte, al segundo objetivo de esta investigación, se consideró que el procedimiento de análisis de datos sugerido junto a la herramienta Power BI resultaron útiles para optimizar el tiempo de preparación de los datos y su análisis descriptivo, ya que su filtro agiliza el conteo de aparición de los valores y, por ende, ayuda en la construcción de supuestos y toma de decisiones basado en los datos.

Finalmente, un hallazgo valioso derivado del impacto de la gamificación fue el identificar dentro de las percepciones estudiantiles aquellas impresiones manifestadas durante la experiencia educativa tales como: aprendizaje, participación activa, comprensión de contenidos, desempeño académico, interés por la materia, mejora de la atención, sentido del flujo (flow); así como aspectos que se relacionaban de mayor a menor medida al desarrollo de competencias transversales o *soft skills*, enlistados por Galdeano Bienzobas y Valiente Barderas (2010), tales como: motivación, colaboración, compromiso, gestión emocional, resolución de problemas, adaptación a nuevas situaciones, pensamiento crítico, que demuestra según Bassi, Busso, Urzua y Vargas (2012) como se citó en Gontero y Albornoz (2019), la capacidad de la gamificación por desarrollar en el estudiante estas habilidades para la vida que son de alta demanda hoy en día en la empleabilidad.

Lo que permitió aseverar que la gamificación no solo es una estrategia educativa que motiva a los estudiantes a generar su propio conocimiento sino que con ayuda de la herramienta de análisis Power BI, la evidenció como una poderosa alternativa para obtener competencias transversales que demanda la aldea global.

REFERENCIAS

Álvarez-Alonso, P., y Echevarria-Bonet, C. (2023). Gamificación en tiempos de pandemia: rediseño de una experiencia en educación superior. *Revista Eureka*, *20*(2), 220401–220420. https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2023.V20.I2.2204

Arévalo, J. A. (2021). Mendeley. El facebook de los investigadores (primera). *Journal and Authors*. https://jasolutions.com.co/docs/Medeley-ElFacebook delosinvestigadores.pdf

Carbajal, D. P., Rodríguez, B. J., Palacios, G. J. Ávila, S. G., Cadenillas, A. V. (2020). Gamificación como técnica de motivación en el nivel superior. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 6*(23). https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.351

Calatayud, E., M. L; Morales, De F., J. M. (2018). Gamificación en el entorno universitario: Ejemplos Prácticos. *V Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito de las TIC y las TAC*. https://www.researchgate.net/publication/330524904_Gamificacion_en_el_entorno_universitario_ejemplos_practicos

Contreras Espinosa, R. s. y Eguia, J.L. (2016). Gamificación en aulas universitarias. *Bellaterra: Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona*. https://www.researchgate.net/publication/319629646_Gamificacion_en_aulas_universitarias

Galdeano Bienzobas, C., y Valiente Barderas, A. (2010). Competencias profesionales. *Educación Química, 21*(1), 28–32. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000100004

García Lázaro, I. (2019). Escape room como propuesta de gamificación en educación. *Hekademos: Revista Educativa Digital, 27*, 71–79. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7197820&info=resumen&idioma=ENG

Gontero, S., y Albornoz, S. (2019). La identificación y anticipación de brechas de habilidades laborales en américa latina: *Experiencias y lecciones*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44437

González, M. G. (2023). Impacto de la utilización de las tecnologías de la información y comunicación en los procesos de enseñanza. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(2). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5276

Lomba Pérez, A., Jáber Mohamad, J. R. y Sánchez Rodríguez, D. D. (2021). Gamificación en el aula. *Servicio de Publicaciones y Difusión Científica*. https://doi.org/10.20420/1663.2021.462

López Arciniega, L. A., Ramírez Covarrubias, A. C., Villegas González, M. P., y Arriaga Nabor, M. O. (2023). Gamificación en la educación superior. *CISA, 5*(5). https://doi.org/10.58299/cisa.v5i5.59

López L. H., Félix G. J., Castro S. F., Alvarez R. J., Lizárraga C. L. (2023). Impacto de la gamificación en el rendimiento académico en estudiantes de nivel superior. *Revista*

Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas, 7(1). https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.151.71-77

López-Verdugo, I., Ridao, P., y Reina-Flores, C. (2023). La gamificación en educación superior: Una comparativa entre escenarios de aprendizaje presencial y virtual. *Magister, 35*, 7–16. https://doi.org/10.17811/MSG.35.1.2023.7-16

Morocho Palacios, H. F., Cuenca Cumbicos, K. M., y Tapia Peralta, S. R. (2023). EL Impacto de la gamificación en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes de matemáticas de educación básica superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(3), 6494-6505. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6650

Medel-San Elías, L., Moreno-Beltrán, R. y Aguirre Caracheo, E. (2022). El rol de Estudiantes de educación superior en la gamificación según su motivación. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 15*(1), 20-26. https://doi.org/10.37843/rted.v15i1.283

Medel-San E., Y. Lisset, Moreno, B. R., y Aguirre, C., E. (2023). Implementación de gamificación en ambientes virtuales de enseñanza-aprendizaje para la educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 14*(27), e528. Epub 27 de octubre de 2023. https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1596

Ortíz-Colón, A.-M.; Jordan, J.; Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: Una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educ. Pesqui., São Paulo*, Vol. 44. https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773

Parra-González, M.E., Segura-Robles, A., Romero-García, C. (2020). Análisis del pensamiento creativo y niveles de activación del alumno tras una experiencia de gamificación. *Revista EDUCAR, 56*(2). https://doi.org/10.5565/rev/educar.1104

Pérez-López, I. J., Navarro-Mateos, C., y Mora-González, J. (2023). El impacto de un doble breakout digital en un proyecto de gamificación. *Retos, 50*, 761–768. https://doi.org/10.47197/RETOS.V50.99960

Piñero Charlo, J. C. (2019). Análisis sistemático del uso de salas de escape educativas: Estado del arte y perspectivas de futuro. *Espacios, 40*(44), 9–18. https://www.revistaespacios.com/a19v40n44/a19v40n44p09.pdf

Ramos, J. Mora, M. Andrade, E. Zapata, N. (2024). Incidencia de la gamificación como técnica de aprendizaje en asignaturas básicas en la carrera de electricidad. *Revista G-ner@ndo, 5*(1), 326 – 337.

Rodríguez Barboza, J. R., Avila Sánchez, G. A., Sánchez Aguirre, F. de M., Andrade Díaz, E. M., Méndez Ilizarbe, G. S., Huamaní, R. P., y La Rosa Gallardo, L. A. (2023). Gamificación educativa con quizizz: Mejorando la competencia gramatical en inglés en estudiantes universitarios. *Revista de Climatología, 23*, 1248–1256. https://doi.org/10.59427/RCLI/2023/V23CS.1248-1256

Rodríguez-Oroz, D., Gómez-Espina, R., Bravo Pérez, M. J., y Truyol, M. E. (2019). Aprendizaje basado en un proyecto de gamificación: Vinculando la educación universitaria con la divulgación de la geomorfología de chile. *Revista Eureka*

Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 16(2), 2202. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2202

Soledispa, R., A. M.; San Andrés, S. E. J.; Solidespa, P., R. A. (2020). Motivación y su influencia en el desempeño académico de los estudiantes de educación básica superior. *Revista Científica Sinapsis, 3*(18). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8280937

Velázquez García, L., Longar Blanco, M. del P., y Cedillo Hernández, A. (2024). Innovación educativa en la formación superior: Aplicando gamificación a través del uso de una sala de escape educativa. *Ciencia Latina, 8*(1), 3271–3286. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9660

Vergara Rodríguez, D., Mezquita Mezquita, J. M., y Gómez Vallecillo, A. I. (2019). Metodología innovadora basada en la gamificación educativa: Evaluación tipo test con la herramienta quizizz. *Profesorado: Revista de Curriculum y Formación Del Profesorado, 23*(3), 363–387. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7185958

Vides, J., Alvarez-Diaz, K. (2023). Una experiencia de aprendizaje basada en el juego para la educación superior: El Escape Room para la economía pública. *Revista electrónica sobre la enseñanza de la economía pública, 32*, pg. 40-58. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8834129

Zepeda, S., Abascal, R., y López, E. (2018). Integración de gamificación y aprendizaje activo en el aula. *Ra Ximhai, 12*(6), 315-325. https://www.redalyc.org/pdf/461/46148194022.pdf

Recepción: **Septiembre 13, 2024** | Aceptación: **Octubre 8, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

Deshidratación osmótica de *Mangifera* indica L. var. Oro con alta calidad sensorial

Osmotic dehydration of *Mangifera* indica L. var. Oro with high sensory quality

—

Víctor Manuel Ruíz-Valdiviezo[1] • victor.rv@tuxtla.tecnm.mx
ORCID: 0000-0003-0572-8845

Daniela Solís-Marroquín[2] • daniela.solis@unach.mx

Miguel Ángel Ruiz-Cabrera[3] • mruiz@uaslp.mx
ORCID: 0000-0003-0418-1315

Alicia Grajales-Lagunes[3] • grajales@uaslp.mx
ORCID: 0000-0003-0983-3247

Miguel Abud-Archila[1] • miguel.aa@tuxtla.tecnm.mx
ORCID: 0000-0002-4509-7964

1 Tecnológico Nacional de México/IT de Tuxtla Gutiérrez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas México

2 Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa. Universidad Autónoma de Chiapas. Copainalá, Chiapas. México.

3 Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí. México.

Para citar este artículo:
Ruíz Valdiviezo, V. M., Solís Marroquín, D., Ruiz Cabrera, M. Ángel, Grajales Lagunes, A., & Abud Archila, M. Deshidratación osmótica de Mangifera indica L. var. Oro con alta calidad sensorial. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a07

RESUMEN

Mangifera indica L. var. Oro constituye un cultivo de gran importancia en México, sin embargo, su limitada vida en anaquel genera pérdidas significativas en la etapa postcosecha. En este contexto, la deshidratación osmótica se presenta como una alternativa tecnológica viable para prolongar la vida útil del mango. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la concentración de sacarosa (40 y 60 °Brix) y de la temperatura (40 y 60 °C) de la solución osmótica, así como la aplicación de un pulso de vacío (5 y 15 lb/plg^2) sobre la pérdida de agua (PA) y ganancia de solutos (GS) de mango (*Mangifera indica* var. Oro) y el grado de aceptación del mango osmodeshidratado. La PA y GS se calcularon por diferencia de peso y la aceptación del mango se determinó mediante una prueba hedónica estructurada de 9 puntos. La ecuación de Azuara se utilizó para modelar la pérdida de agua y ganancia de solutos. El mango osmodeshidratado de 50 °Brix a 60 °C y 15 lb/plg^2 tuvo el mejor grado de aceptación (7.38). Con el objetivo de optimizar múltiples respuestas mediante el uso de un modelo matemático, es posible emplear condiciones de 53 °Brix, 51 °C y un pulso de vacío de 7.65 lb/plg^2 para maximizar la pérdida de agua y minimizar la ganancia de sacarosa. Sin embargo, debido a la no significancia del pulso de vacío, y para fines industriales, se podría utilizar 50 °Brix a 50 °C sin aplicación del pulso de vacío. Las condiciones anteriormente descritas podrían aplicarse a nivel industrial para obtener un producto de mango con una vida en anaquel igual o superior a la del fruto fresco, manteniendo una adecuada aceptación sensorial.

Palabras clave:
Pérdida de agua; impregnación; mango; osmodeshidratación.

— Abstract—

Mangifera indica L. var. Oro is a crop of considerable importance in Mexico; however, its limited shelf life leads to significant postharvest losses. In this context, osmotic dehydration emerges as a viable technological alternative to extend the mango's shelf life. The objective of this work was to evaluate the effect of temperature (40 and 60 °C), sucrose content (40 and 60 °Brix), and vacuum pulse (5 and 15 lb/in^2) on water loss (PA) and solids gain (GS), during osmotic drying of mango slices and to determine the degree of acceptance of osmodehydrated mango. PA and GS were calculated by weight difference, and degree of acceptance was determined by a 9-point structured hedonic test. Azuara's equation was used to model the water loss and solid gain. Mango osmodehydrated at 50 °Brix a 60 °C and 15 lb/plg^2 had the best degree of acceptance (7.38). In order to optimize multiple response variables through the application of a mathematical model, conditions of 53 °Brix, 51 °C, and a vacuum pulse of 7.65 lb/in^2 can be employed to maximize water loss and minimize sucrose gain. However, due to the lack of statistical significance of the vacuum pulse, and for industrial purposes, conditions of 50 °Brix at 50 °C could be used without applying the vacuum pulse. These latter conditions could be applied for industrial purposes to obtain a mango product with a longer shelf life than fresh mango, while maintaining good sensory acceptance.

Keywords:
Water loss; impregnation; mangoes; osmodehydration.

En México, la producción anual de mango (Mangifera indica) en 2023 fue de más de dos millones de toneladas, Sinaloa, Guerrero, Nayarit, Chiapas y Oaxaca fueron los estados mayores productores (Smattcom, 2024). A pesar de que cerca de 20 % de la producción se destinó en 2017 para su exportación a Estados Unidos y otros países (SAGARPA, 2017), el resto fue comercializado en el país en forma de fruta fresca o procesada como jugos, néctares, así como productos deshidratados. Las variedades Tommy Atkins, Ataulfo y Kent han sido ampliamente estudiadas, sin embargo, existe poca información científica y tecnológica de la variedad Oro, por lo que es importante generar información científica y tecnológica.

En este contexto, la deshidratación es un proceso que permite la eliminación del agua con el propósito de obtener productos con bajo contenido de humedad, lo que favorece una vida en anaquel superior a la de un producto fresco (Kilic et al., 2023). No obstante, las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto pueden variar drásticamente. Kilic et al. (2023) reportaron una revisión sobre los diferentes métodos de secado. En este trabajo, estos autores mencionan que la deshidratación con aire caliente permite obtener productos con larga vida en anaquel, pero las características sensoriales y nutrimentales de los productos podrían disminuir drásticamente. Estos autores también reportan que existen otros métodos como la deshidratación osmótica (DO), que permite la obtención de alimentos con mejores características sensoriales que los alimentos deshidratados (Kilic et al., 2023). Por esta razón, la deshidratación osmótica es un proceso ampliamente utilizado para incrementar la vida en anaquel de los alimentos (Marie et al., 2025).

La DO es una técnica de procesamiento que consiste en la inmersión de matrices alimentarias en una solución con elevada concentración de solutos (Asghari et al., 2024) y que conlleva tres etapas: i) la transferencia de agua del producto a la solución hipertónica, ii) la migración del soluto osmótico al producto; y iii) la lixiviación de componentes de la matriz natural (azúcares, ácidos, minerales, vitaminas) en la solución hipertónica (Huerta-Vera et al., 2024). La DO ha sido estudiada por muchos autores encontrando que la concentración de solutos (Arias et al., 2017), la temperatura de la solución osmótica (Arias et al., 2017), la presión a la cual se efectúa el proceso (Vinod et al., 2024; Staniszewska et al., 2024), la relación jarabe:fruta (Vinod et al., 2024) y el tiempo de proceso (Vinod et al., 2024), influyen en la pérdida de agua y ganancia de solutos. La DO se ha utilizado para la conservación de diferentes frutas, incluyendo el mango. Arias et al. (2017) estudiaron la cinética de transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de láminas de mango (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins en soluciones de sacarosa (45-60 °Brix) a diferentes temperaturas (20, 35 y 50 °C) durante 6 h. Sin embargo, estos autores utilizaron una relación jarabe/fruta (mL:g) de 3:1, lo cual podría diluir a la solución después de la primera hora de proceso, provocando cambios en la concentración de la solución osmótica de tal forma que la transferencia de masa no fue constante.

La metodología de superficie de respuesta ha sido empleada para optimizar procesos de DO en frutas, según lo reportaron Tsopwo Zena y Jiokap Nono (2024). No obstante, los coeficientes de determinación obtenidos mediante regresión múltiple no siempre presentan niveles de ajuste satisfactorios. En consecuencia, diversos investigadores han recurrido a modelos matemáticos alternativos, tales como los propuestos por Azuara, Peleg y Weibull, los cuales han demostrado mayor capacidad para describir la cinética de pérdida de agua y ganancia de solutos durante la DO, así como para estimar la difusividad efectiva de dichos fenómenos (Sulistyawati et al., 2020). La determinación de las difusividades efectivas de agua y solutos en la deshidratación osmótica permite predecir con mayor precisión la evolución del contenido de humedad y sólidos en el producto tratado y optimizar las condiciones del proceso.

A pesar de que existen diversas publicaciones sobre la DO de mango, a nuestro conocimiento pocos trabajos se han publicado sobre la variedad Oro. Por lo que en este trabajo se determinó el efecto de la concentración de sacarosa (40 y 60 °Brix) y de la temperatura (40 y 60 °C) de la solución osmótica, así como la aplicación de un pulso de vacío (5 y 15 lb/plg2) sobre la pérdida de agua (PA) y ganancia de solutos (GS) de mango (*Mangifera indica* var. Oro) y el grado de aceptación del mango osmodeshidratado. Además, la PA y GS se modelaron para el cálculo de las difusividades efectivas del agua y de la sacarosa durante la deshidratación osmótica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Deshidratación osmótica

Los frutos de *Mangifera indica* var. Oro se obtuvieron de un supermercado local en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Los mangos se lavaron y pelaron manualmente y se prepararon cortes en forma de paralelepípedos rectangulares de 30 mm de largo, 18 mm de ancho y 10 mm de espesor. Los trozos se sumergieron en una solución de sacarosa comercial a concentración y temperatura controladas. La Figura 1 muestra la metodología utilizada para la deshidratación osmótica de mango.

Aproximadamente 100 g de mango se sumergieron en 1 kg de solución osmótica a temperatura controlada en un matraz Erlenmeyer equipado con agitación magnética y un tapón que contenía un tubo para hacer vacío, según lo reportado por Grajales-Lagunes et al. (2019). Esta relación fruta:solución osmótica de 1:10 (p:p) fue para evitar la dilución de la solución osmótica (Antonio et al., 2008). En los primeros diez minutos de la DO, se aplicó el pulso de vacío (VP) y posteriormente se restableció la presión atmosférica, como lo describen Grajales-Lagunes et al. (2019). Las muestras de mango se tomaron a los 0, 10 y 360 min, posteriormente, se lavaron con agua destilada para eliminar la sacarosa superficial y luego se limpiaron con papel absorbente. Las muestras se pesaron en balanza analítica (Ohaus, New

Jersey, EE. UU.) (sensibilidad de 0.0001 g) y se determinó el contenido de humedad por quintuplicado en un horno de vacío a 60 °C hasta peso constante.

La PA y la GS se calcularon utilizando las ecuaciones 1 y 2:

$$WL = \frac{W_o X_o - W_t X_t}{DM_o} \qquad (1)$$

$$SG = \frac{W_o DM_o - W_t DM_t}{DM_o} \qquad (2)$$

Donde W_o es el peso del mango (g), X_o es el contenido de humedad (g g^{-1}), DM_o es la fracción de materia seca (g g^{-1}) al comienzo del secado osmótico, y W_t, X_t y DM_t los valores correspondientes durante el secado osmótico.

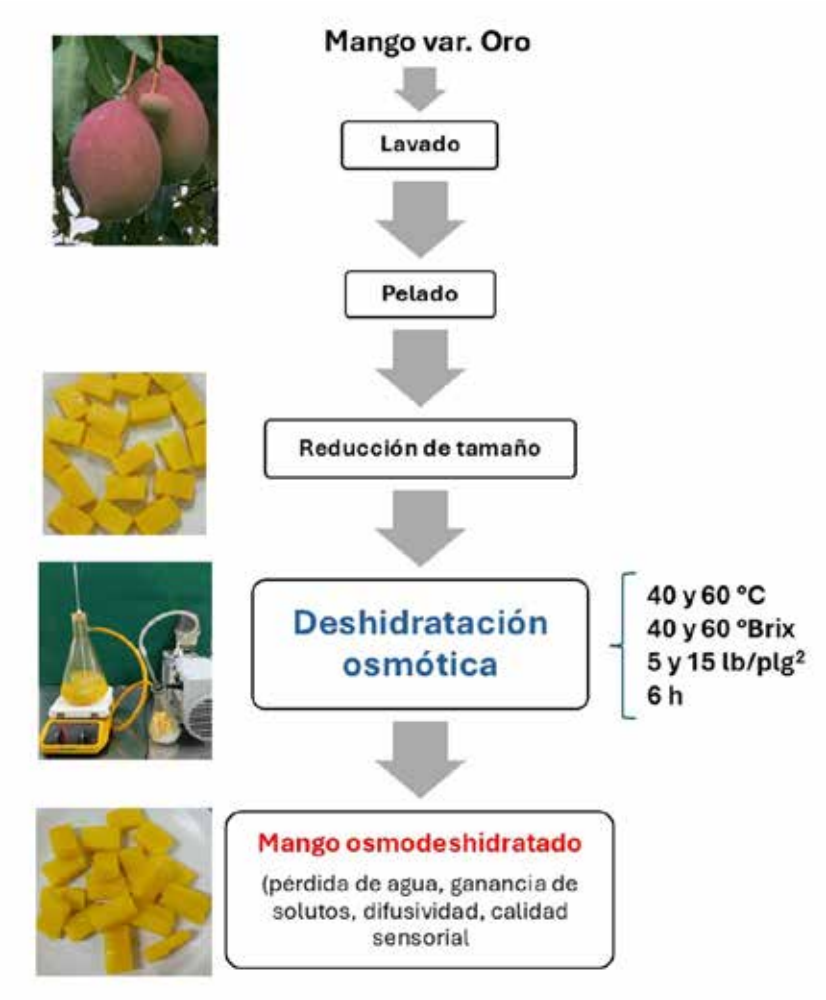


Figura 1. Metodología utilizada para la deshidratación osmótica de mango

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño experimental de superficie de respuesta tipo Box-Behnken, con cada tratamiento realizado por triplicado y tres repeticiones adicionales en el punto central, lo que resultó en un total de 13 tratamientos (Tabla 1). Se evaluó el efecto de la temperatura (40 y 60 °C), el contenido de sacarosa (40 y 60 °Brix) y el pulso de vacío (5 y 15 lb/plg^2) sobre la PA y GS de trozos de mango durante el secado osmótico. El análisis de resultados se realizó con ayuda del programa Statgraphics Centurion XV (StatPoint Technologies, Inc., Virginia, EE. UU.). La PA y GS fueron modelados mediante la metodología de superficie de respuesta (Tsopwo Zena y Jiokap Nono, 2024) con ayuda de la ecuación 3:

$$Y=\beta_{k0}+\sum_{i=1}^{3}\beta_{ki}X_i+\sum_{i=1}^{3}\beta_{kii}X_i^{\,2}+\sum_{i=1}^{2}\sum_{j=i+1}^{3}\beta_{kij}X_iX_j \qquad (03)$$

Donde Y denota la ganancia de solutos o pérdida de agua; β_{ko}, β_{ki}, β_{kii} and β_{kij} son los coeficientes del modelo; y X_i y X_j son las variables independientes no codificadas. El R^2 para cada ecuación fue calculado y reportado.

Además, la PA y GS fueron ajustados con el modelo reportado por Azuara (Sulistyawati et al. 2020):

$$\frac{PA}{PA_{eq}}=\frac{s_{PA}\,t}{(1-s_{PA}\,t)} \quad \text{y} \quad \frac{GS}{GS_{eq}}=\frac{s_{GS}\,t}{(1-s_{GS}\,t)} \qquad (4)$$

Donde PA_{eq} y GS_{eq} son la PA y la GS después de 6 horas, s_{PA} y s_{GS} son las constantes empíricas por identificar y t es el tiempo en horas. PA_{eq} y GS_{eq} son las pérdidas de agua y ganancia de solutos en el equilibrio y s_{PA} y s_{GS} son las constantes empíricas por identificar. Estas constantes fueron calculadas empleando los promedios de la cinética de deshidratación osmótica utilizando el método Simplex-modificado (Jarry-Bolduc y Planiden, 2025) mediante la minimización de las funciones objetivas representadas en las ecuaciones 5.

Los valores de σ_{PA} y σ_{GS} fueron calculados para cada tratamiento:

$$\sigma_{PA}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(PA_{exp}-PA_{sim})^2}{n}} \quad \text{y} \quad \sigma_{GS}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(GS_{exp}-GS_{sim})^2}{n}} \qquad (5)$$

Donde n representa el número total de datos experimentales, y los subíndices exp y sim indican los valores experimentales y simulados, respectivamente.

La difusividad del agua y de la sacarosa (*Di*), en función de s, fue calculada mediante la ecuación 6:

$$Di = \frac{4L^2}{\pi^2 t} ln\left\{\frac{\pi^2}{8}\left[1 - \frac{s_i}{1+s_i t}\right] - \frac{1}{9}\left[\frac{\pi^2}{8}\left[1 - \frac{s_i t}{1+s_i t}\right]^9\right]\right\} \quad (6)$$

Donde L corresponde a la mitad del espesor de la muestra en milímetros, t es el tiempo en segundos y s_i las constantes a identificar para la PA y GS.

Análisis sensorial

Después de seis horas de secado osmótico, las muestras de mango se analizaron mediante una prueba hedónica estructurada de 9 puntos aplicada a 100 jueces no entrenados (D'Aquino de los Santos et al., 2022). Los análisis sensoriales de los 12 tratamientos fueron realizados en sesiones independientes. En cada sesión de evaluación sensorial, cada juez calificó la aceptación global de las muestras de mango correspondientes a cuatro tratamientos, con el fin de evitar la fatiga sensorial. La muestra estuvo conformada por 100 jueces no entrenados (46 hombres y 54 mujeres), con edades comprendidas entre los 18 y 25 años. Todos los participantes fueron informados de que podían abandonar la prueba en cualquier momento si así lo deseaban. Los resultados se analizaron mediante la prueba de Tukey, considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Pérdida de agua y ganancia de solutos

Los resultados mostraron que el mango pierde agua y se impregna de sacarosa durante la DO (Tabla 1). Estos resultados coinciden con lo reportado por Sulistyawati et al. (2020) y Tsopwo Zena y Jiokap Nono (2024).

A los 10 minutos de tratamiento, la pérdida de agua osciló entre 0.0436 y 0.1510 g de agua/g de fruta fresca, mientras que la ganancia de solutos se ubicó entre 0.0012 y 0.0535 g de sacarosa/g de fruta fresca. En contraste, tras 360 minutos de tratamiento, la pérdida de agua varió entre 0.3188 y 0.5920 g de agua/g de fruta fresca, y la ganancia de solutos entre 0.0724 y 0.1541 g de sacarosa/g de fruta fresca.

La concentración de sacarosa y la temperatura de la solución tuvieron efecto estadístico significativo sobre la pérdida de agua (Tabla 2). Estos resultados coinciden con Sablani y Rahman (2003), quienes exponen que la pérdida de agua aumenta con el incremento de la temperatura y de la concentración. De la misma forma, Zapata Montoya y Montoya Rodas (2012) reportaron que la temperatura de la solución afectó la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de mango Tommy Atkins. Sin embargo, el pulso de vacío no tuvo efecto estadístico significativo. Esto debido probablemente a la baja porosidad del mango, la cual no permitió el intercambio de soluto de la solución a la fruta según lo informaron Mújica-Paz et al. (2003).

Tabla 1

Pérdida de agua (PA) y ganancia de solutos (GS) de mango durante la deshidratación osmótica de Mangifera indica var. Oro a diferentes condiciones de proceso

C (°Brix)	T (°C)	Presión a vacío (lb/plg^2)	Tiempo			
			10 min		360 min	
			PA (g/g)	GS (g/g)	PA (g/g)	GS (g/g)
60	40	10	0.0966+0.0501	0.0301+0.0367	0.5283+0.0350	0.1157+0.0446
60	60	10	0.0991+0.0471	0.0280+0.0136	0.5546+0.0626	0.1309+0.0503
40	40	10	0.0436+0.0059	0.0075+0.0051	0.3188+0.1025	0.0761+0.0120
50	60	5	0.1374+0.0565	0.0357+0.0048	0.5659+0.0350	0.1079+0.0179
50	50	10	0.1510+0.0575	0.0012+0.0069	0.5366+0.0713	0.0767+0.0274
40	50	15	0.0729+0.0288	0.0299+0.0052	0.3749+0.0725	0.141+0.0357
40	50	5	0.0723+0.0202	0.0147+0.0158	0.4076+0.0310	0.0887+0.0241
40	60	10	0.0773+0.0272	0.0382+0.0226	0.4544+0.0305	0.1363+0.0082
50	60	15	0.1075+0.0445	0.0535+0.0082	0.5160+0.0536	0.1541+0.0332
50	40	15	0.0530+0.0054	0.0036+0.0124	0.4574+0.0347	0.0724+0.0346
50	40	5	0.0713+0.0349	0.0193+0.0078	0.4297+0.0823	0.0921+0.0412
60	50	5	0.1134+0.0123	0.0254+0.0104	0.5920+0.0414	0.0847+0.0344
60	50	15	0.1046+0.0272	0.0263+0.0170	0.5746+0.0636	0.1119+0.0743

C= Contenido de sacarosa, T= temperatura de la solución osmótica.

Tabla 2

Efecto del pulso de vacío, temperatura y concentración de sacarosa en la solución osmótica sobre la pérdida de agua (PA) y ganancia de solutos (GS) de mango

Factor	**Valor - p**	
	PA	**GS**
Pulso de vacío (lb/plg2)	0.8328	0.1875
Temperatura de la solución (°C)	0.0018*	0.0115*
Concentración de sacarosa (° Brix)	0.0000*	0.3836

* denota diferencia estadística significativa.

La PA y GS incrementaron con la temperatura de la solución osmótica después de 6 h de secado, pero este efecto no fue significativo en los primeros 10 min (Figura 2). La Figura 2c muestra que la aplicación del pulso de vacío no influyó en la PA ni GS. Los resultados en este estudio difieren de los reportados por Lin et al. (2016) y Sulistyawati et al. (2018), quienes observaron que la aplicación de pulsos de vacío sí influía en la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de mango. Esta discrepancia podría atribuirse, al menos en parte, a las diferencias

metodológicas en la forma de aplicar el vacío. En particular, Sulistyawati et al. (2018) señalaron que el pulso de vacío tuvo un efecto negativo sobre la pérdida de agua, pero favoreció la ganancia de solutos. Por el contrario, Lin et al. (2016) demostraron que la aplicación de vacío facilitó tanto la pérdida de agua como la incorporación de solutos. Estas divergencias sugieren que el impacto del vacío sobre los mecanismos de transferencia de masa puede depender críticamente de variables operativas específicas, como la duración, intensidad y secuencia de los pulsos aplicados, así como de las características fisicoquímicas del sistema alimentario tratado.

El análisis de varianza mostró que la temperatura tuvo efecto significativo sobre la GS (Tabla 2). Este hecho se muestra claramente en la Figura 2d, en la cual al incrementar la temperatura aumenta la ganancia de solutos. Los resultados anteriores concuerdan con lo reportado por Sablani y Rahman (2003), quienes indicaron que la ganancia de solutos incrementa con la temperatura de la solución. Sin embargo, estos resultados difieren con lo reportado por Gomes-Corrêa et al. (2016) quienes demostraron que el pulso de vacío disminuyó la ganancia de solutos durante la DO de tomate. Estas discrepancias podrían ser explicadas por las diferencias en la composición y estructura del mango y el tomate.

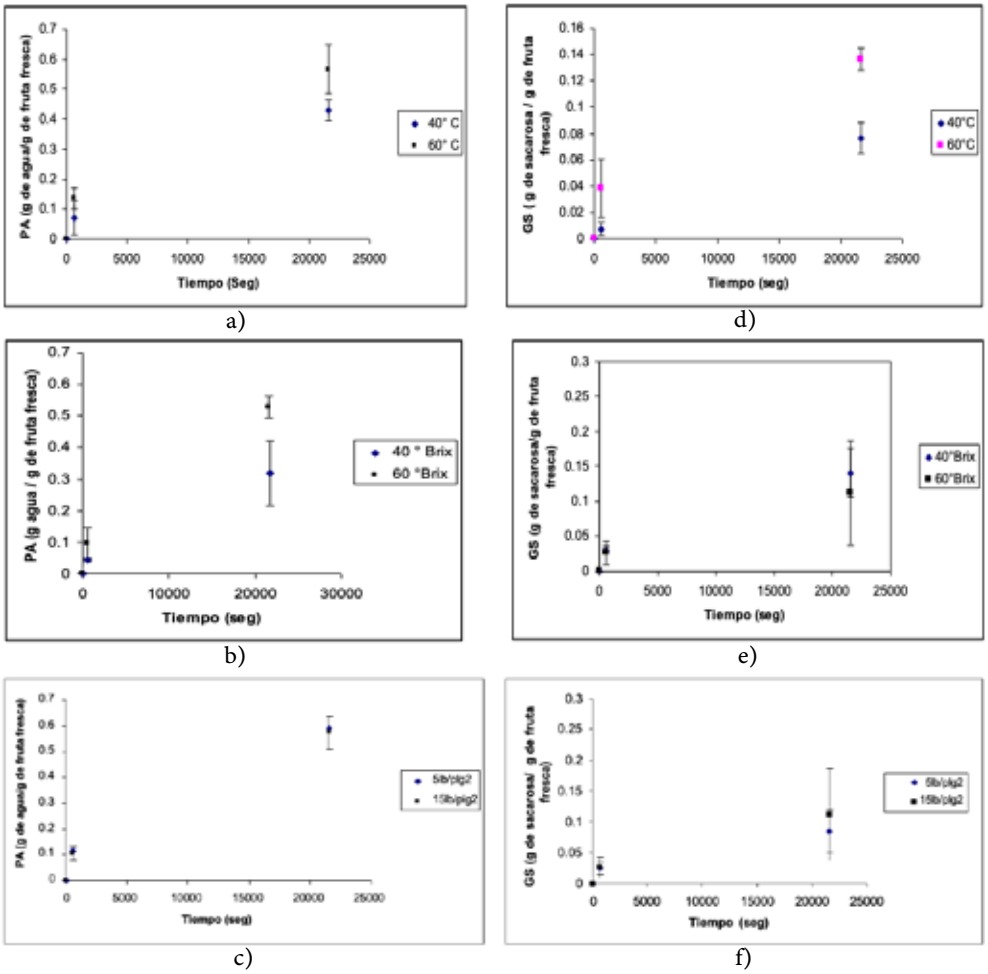


Figura 2. Efecto de la temperatura de la solución osmótica (a, c), concentración de sacarosa (b, d) y pulso de vacío (c, e) sobre la pérdida de agua y ganancia de solutos, respectivamente, durante la deshidratación osmótica de mango

Análisis sensorial

La PA y GS del mango durante la DO pudo haber modificado la aceptación global del producto. En ese sentido, la prueba hedónica mostró que las condiciones del procesamiento tuvieron un efecto estadístico significativo sobre la aceptación global del mango "Oro" (Tabla 3). Las muestras que tuvieron mayor y menor grado de aceptación ante los jueces no entrenados fueron la muestra I tratada a 50 °Brix, 60 °C y 15 lb/plg² y la muestra C tratada a 40 °Brix, 40 °C y 10 lb/plg², respectivamente. La muestra I obtuvo una calificación de 7.38 (me gusta moderadamente) mientras que la muestra C obtuvo 6.01 (me gusta un poco). Es de gran interés el hecho de que todas las muestras presentaron un grado de aceptación global (en la escala verbal) mayor a "me gusta" por lo que consideramos que cualquier condición de procesamiento podría ser utilizadas para fines industriales.

Tabla 3

Aceptación global del mango después de seis horas de secado osmótico

Tratamiento	Aceptación global
I.50 °Brix, 60°C, 15 lb/plg^2	7.38 a
F.40°Brix, 50°C, 15 lb/plg^2	7.16 ab
L.60 °Brix, 50°C, 5 lb/plg^2	7.16 ab
H.40 °Brix, 60°C, 10 lb/plg^2	7.12 ab
B.60°Brix, 60°C, 10 lb/plg^2	7.01 abc
D.50°Brix, 60°C, 5 lb/plg^2	6.98 abc
E.50°Brix, 50°C, 10 lb/plg^2	6.67 bcd
M.60 °Brix, 50°C, 15 lb/plg^2	6.52 bcde
G.40 °Brix, 50°C, 5 lb/plg^2	6.45 cde
A.60°Brix, 40°C, 10 lb/plg^2	6.41 cde
K.50 °Brix, 40°C, 5 lb/plg^2	6.39 cde
J.50 °Brix, 40°C, 15 lb/plg^2	6.19 de
C.40°Brix, 40°C, 10 lb/plg^2	6.01 e
Tukey	0.65

Pocos trabajos han reportado el grado de aceptación del mango osmodeshidratado. En ese contexto, la deshidratación osmótica como pretratamiento del mango previo al secado con aire caliente mejoró las propiedades sensoriales según lo reportado por Sanjinez-Argandoña et al. (2017). Además, Zapata Montoya y Montoya Rodas (2012) reportaron que el análisis sensorial efectuado en láminas de mango cv. Tommy Atkins arrojó 100 % de aceptación para las muestras de láminas de mango osmodeshidratado a 45 °C y 3 % de ácido cítrico en la solución osmótica. Sin embargo, a diferencia de este trabajo, estos autores no detallaron la prueba utilizada. Sin embargo, estos valores son superiores a los reportados por Bernardi et al. (2009) para mango osmodeshidratado con valores máximos de 5.69 para la escala hedónica de nueve puntos.

Desde una perspectiva reflexiva sobre los costos asociados al proceso de deshidratación osmótica de mango, y considerando el nivel de aceptación global alcanzado por los productos obtenidos en este trabajo, se propone la implementación de condiciones operativas más eficientes: temperaturas reducidas, bajas concentraciones de sacarosa y la omisión del pulso de vacío. Esta estrategia permitiría obtener productos sensorialmente aceptables, al tiempo que contribuiría a la disminución de los costos de producción. En particular, la reducción de la temperatura y de la concentración de sacarosa, junto con la eliminación del tratamiento por vacío, implican menores requerimientos energéticos y de insumos. No obstante, para validar la viabilidad de esta propuesta, resulta indispensable llevar a cabo un estudio técnico-económico que cuantifique los beneficios potenciales y evalúe su aplicabilidad a escala industrial.

Optimización del proceso de deshidratación osmótica

Para optimizar el proceso de DO para el mango, se utilizó la metodología de superficie de respuesta, para lo cual se decidió maximizar la pérdida de agua y disminuir la ganancia de solutos, buscando un producto con el mejor grado de aceptación.

La primera aproximación que realizamos fue el uso de una regresión múltiple con ayuda de la metodología de superficie de respuesta. En la Tabla 4 se muestran los modelos que explican la pérdida de agua y ganancia de solutos del mango después de 6 horas de deshidratación osmótica. Es de observar que los coeficientes de determinación de los modelos (R^2) no son cercanos a la unidad, por lo que la transferencia de masa (agua y sacarosa) no puede ser completamente explicada por este modelo de regresión múltiple.

Tabla 4

Modelos matemáticos para la pérdida de agua (PA) y ganancia de solutos (GS) de mango después de 6 horas de secado osmótico según la metodología de superficie de respuesta

Modelo matemático	R^2
$PA = -2.54 + 0.054\ A + 0.052\ B + 0.020\ C - 0.00032\ A^2 - 0.00027\ AB + 0.0000065\ AC - 0.0003\ B^2 - 0.0004\ BC - 0.00014\ C^2$	0.63
$GS = 0.583 - 0.0088\ A - 0.011\ B - 0.0135\ C + 0.00015\ A^2 - 0.00011\ AB - 0.00013\ AC + 0.00016\ B^2 + 0.00033\ BC + 0.0003\ C^2$	0.30

A=concentración de sacarosa (° Brix), B= temperatura de la solución (°C) y C= pulso de vacío (lb/plg^2), R^2 es el coeficiente de determinación.

Sin embargo, la metodología de superficie de respuesta demostró que la máxima pérdida de agua que puede ser obtenida es utilizando una concentración de jarabe de 60 °Brix, una temperatura de 56.67 °C y 5 lb/plg^2 de presión. Esta pérdida de agua simulada por el modelo corresponde hasta 0.5912 g de agua / g de fruta fresca. Asimismo, con la metodología superficie de respuesta se encontró que la mínima ganancia de solutos que puede ser obtenida es utilizando una concentración de la solución osmótica de 47.08 °Brix, una temperatura de 43.73° C y 8.42 lb/plg^2 de presión. Esta ganancia de solutos simulada por el modelo corresponde hasta 0.0745 g de agua / g de fruta fresca.

Zapata Montoya y Montoya Rodas (2012) reportaron la misma tendencia en cuanto a los coeficientes de determinación de los modelos matemáticos para la deshidratación osmótica de mango Tommy Atkins. Estos autores reportaron un coeficiente de determinación para la pérdida de agua de 0.99, pero para la ganancia de solutos fue de 0.30, siendo la ganancia de solutos la de mayor variabilidad. Lo anterior podría deberse a que durante la DO no solo sacarosa entra a la fruta, pero también se lixivian otros azúcares y compuestos solubles de la fruta a la solución,

como por ejemplo los ácidos orgánicos. Aunado a lo anterior, la diferencia podría deberse a la composición y estructura de las variedades de mango utilizadas.

Al comparar los resultados del tratamiento óptimo para maximizar la pérdida de agua y minimizar la ganancia de solutos con el mejor tratamiento de evaluación sensorial, observamos que la PA y GS del tratamiento a 60 °Brix, 50 °C y 5 lb/plg^2 fueron de 0.5920 y 0.0847 g / g de fruta fresca, respectivamente. Este tratamiento resulta ser semejante al tratamiento óptimo, el cual provocó una PA y una GS de 0.5938 y 0.0745 g / g de fruta fresca, respectivamente. A pesar de que los tratamientos óptimos fueron identificados mediante la metodología de superficie de respuesta, es necesario mejorar el modelo debido a los bajos coeficientes de determinación (R^2), por lo que aplicamos el modelo de Azuara.

Modelo de Azuara

El modelo de Azuara permitió un mejor ajuste de los resultados que las ecuaciones obtenidas con la metodología de superficie de respuesta. Los parámetros s_{PA} y s_{GS} (Tabla 5) fueron identificados para cada una de las cinéticas con la ayuda de las ecuaciones 4, 5 y 6 y los valores encontrados estuvieron entre 1.6553 y 3.1662 para la pérdida de agua y entre 1.2026 y 4.9296 para la ganancia de solutos.

La difusividad efectiva promedio (Di), calculada con la ecuación 6, muestra que, para el caso del agua, los valores variaron entre 4.2516 x 10^{-10} y 0.7039 x 10^{-10} m^2/s; mientras que para la ganancia de solutos, la Di cambió entre 3.5737 x 10^{-10} y 0.5317 x 10^{-10} m^2/s. Estos valores son estadísticamente iguales por lo que calculamos un promedio de 2.3779 x 10^{-10} m^2/s y 2.0930 x 10^{-10} m^2/s para difusividades de agua y de sacarosa, respectivamente. Estos valores de difusividad son semejantes a los reportados por D'Aquino de los Santos et al. (2022) para la DO de papaya y Wang et al. (2021) para mango. Estos valores son también comparables a los reportados por Ayala-Aponte et al. (2018) quienes reportaron la difusividad efectiva para el agua y el cloruro de sodio impregnado en mango verde var. Filipino con valores del orden de 10^{-10} m^2/s. Atares et al. (2009) quienes encontraron que la difusividad efectiva de agua para manzana fue de 1.53 x 10^{-10} m^2/s y para sacarosa de 1.05 x 10^{-10} m^2/s. Las difusividades reportadas en este trabajo resultaron superiores a las reportadas para mango var. Kent y manzana, respectivamente, para el caso de la difusividad efectiva del agua. En el caso de la difusividad efectiva del agua en papaya, esta fue aproximadamente 5 veces mayor respectivamente, y aproximadamente de 8 veces mayor para la difusividad efectiva de sacarosa en DO de papaya.

Tabla 5

Valores de s_{PA}, σ_{PA}, s_{GS} y σ_{GS} para la pérdida de agua (PA) y ganancia de solutos (GS) en el modelo de Azuara y difusividad efectiva de agua y sacarosa para el mango osmodeshidratado

Tratamiento	Constantes del modelo				Difusividades x 10^{-10} Di	
	s_{PA}	σ_{PA}	s_{GS}	σ_{GS}	(m^2/s)	(m^2/s)
40°B,40°C,10lb/pulg^2	2.4067	0.0142	1.2026	0.0104	0.7039	3.5204
40°B,50°C,5lb/pulg^2	2.0423	0.0216	1.6407	0.0118	2.9933	2.1935
40°B,50°C,15lb/pulg^2	2.0348	0.0269	3.4998	0.0174	1.4372	1.9652
40°B,60°C,10lb/pulg^2	2.0471	0.0252	4.2004	0.0125	2.7377	1.8648
50°B,40°C,5lb/pulg^2	3.1662	0.0210	2.1765	0.0049	1.8258	1.0406
50°B,40°C,15lb/pulg^2	1.9050	0.0279	3.8507	0.0183	2.2366	3.1878
50°B,50°C,10lb/pulg^2	2.5746	0.0241	1.2769	0.0136	2.2710	3.4828
50°B,60°C,5lb/pulg^2	2.4811	0.0221	2.8447	0.0089	3.3496	1.0189
50°B,60°C,15lb/pulg^2	1.7696	0.0321	4.2399	0.0175	2.1593	0.5452
60°B,40°C,10lb/pulg^2	2.3842	0.0269	2.5762	0.0105	1.2480	2.3757
60°B,50°C,5lb/pulg^2	1.8610	0.0281	4.9296	0.0077	4.2516	0.5317
60°B,50°C,15lb/pulg^2	1.7509	0.0354	3.3952	0.022	3.9254	1.9081
60°B,60°C,10lb/pulg^2	1.6553	0.0347	3.2474	0.0159	1.7833	3.5737
Promedio					2.3779	2.0930

Implicaciones del estudio para la industria y futuras investigaciones

Este estudio establece las bases tecnológicas para el procesamiento industrial del mango variedad Oro, con el objetivo de extender su vida útil y diversificar su presentación comercial. Se evaluó la viabilidad de aplicar deshidratación osmótica utilizando una solución de sacarosa a 50 °Brix y una temperatura de 50 °C, sin la implementación de pulso de vacío. Bajo estas condiciones, se obtuvo un producto con menor contenido de humedad y una aceptación sensorial global favorable por parte del panel de evaluación.

El presente trabajo exploró el potencial del secado osmótico como alternativa de conservación para el mango var. Oro. No obstante, se reconoce la necesidad de continuar con estudios complementarios que permitan determinar la vida útil en anaquel de los productos obtenidos. Asimismo, se propone como línea de investigación futura el desarrollo de orejones de mango mediante la combinación de secado osmótico y secado por aire caliente, con la finalidad de optimizar la estabilidad del producto y ampliar su valor agregado en el mercado.

CONCLUSIÓN

En el estudio se demuestra que la deshidratación osmótica del mango (*Mangifera indica* L.) var. Oro en láminas fue afectada por la concentración y temperatura de la solución osmótica. La pérdida de agua del mango se puede maximizar utilizando una solución osmótica a 60 °Brix a 57 °C, aplicando un pulso de vacío de 5 lb/plg^2; mientras que la ganancia de sólidos se puede minimizar utilizando una solución de 47 °Brix a 43 °C aplicando un pulso de vacío de 8.4 lb/plg^2. La optimización permitió encontrar que es posible utilizar una solución a 53 °Brix, 51°C y un pulso de vacío de 7.65 lb/plg^2 para maximizar la pérdida de agua y disminuir la ganancia de sacarosa. El análisis sensorial demostró que el mango osmodeshidratado a 50 °Brix a 60 °C, con un pulso de vacío de 15 lb/plg^2 tiene la mejor aceptación (7.38). La metodología de superficie de respuesta permite obtener un modelo adecuado para predecir la pérdida de agua de mango durante la deshidratación osmótica y en menor medida la ganancia de solutos, pero el modelo de Azuara permitió calcular la difusividad efectiva del agua y de la sacarosa, ambos del orden de 10^{-10} m^2/s durante la deshidratación osmótica de mango.[1]

1 Agradecimiento: Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto.

REFERENCIAS

Antonio, G. C., Azoubel, P. M., Murr, F. E. & Park, K. J. (2008). Osmotic dehydration of sweet potato (*Ipomoea batatas*) in ternary solutions. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28*(3), 696-701. https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300028

Arias, L., Perea, Y. & Zapata, J. E. (2017). Cinética de la transferencia de masa en la deshidratación osmótica de mango (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins en función de la temperatura. *Información Tecnológica, 28*(3), 47-58. https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300006

Asghari, A., Zongo, P. A, Osse, E. F., Aghajanzadeh, S., Raghavan, V. & Khalloufi, S. (2024). Review of osmotic dehydration: Promising technologies for enhancing products' attributes, opportunities, and challenges for the food industries. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 23*:e13346. https://doi.org/10.1111/1541-4337.13346.

Ayala-Aponte, A. A., Molina-Cortés, A., & Serna-Cock, L. (2018). Osmotic dehydration of green mango samples (*Mangifera indica* L., Filipino Var.) in ternary solutions. *Vitae, 25*(1): 8-16. https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v25n1a02

Azuara, E., Flores, E. & Beristain, C. I. (2009). Water diffusion and concentration profiles during osmodehydration and storage of apple tissue. *Food Bioprocess Technology, 2*, 361–367. https://doi.org/10.1007/s11947-008-0077-7

Bernardi, S., Bodini, R. B., Marcatti, B., Rodrigues Petrus, R. & Favaro-Trindade, C. S. (2009). Quality and sensorial characteristics of osmotically dehydrated mango with syrups of inverted sugar and sucrose. *Scientia Agricola, 66*(1), 40–43. https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000100005

D'Aquino de los Santos, C. M., Luján Hidalgo, M. C., Ventura Canseco, L. M. C. & Abud Archila, M. (2023). Deshidratación osmótica de *Carica papaya* var. Maradol: Transferencia de masa y análisis sensorial. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 11*(31). https://doi.org/10.31644/IMASD.31.2022.a08

Gomes-Corrêa, J. L., Ernesto, D. B. & Mendonça, K. S. (2016). Pulsed vacuum osmotic dehydration of tomatoes: Sodium incorporation reduction and kinetics modeling. *LWT - Food Science and Technology, 71*, 17-24. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.046

Grajales-Lagunes, A., Cabrera-Ruiz, L., Gutiérrez-Miceli, F., Ruiz-Cabrera, M. A., Dendooven, L. & Abud-Archila, M. (2019). Anthocyanins from blackberry (*Rubus fructicosus* L.) impregnated in yam bean (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.) by osmotic dehydration. *Food Science and Technology, 39*(4), 922-929. https://doi.org/10.1590/fst.15618

Huerta-Vera, K., Flores-Andrade, E., Contreras-Oliva, A., Villegas-Monter, A., Chavez-Franco, S. & Arévalo-Galarza, M. L. (2024). Incorporación de compuestos bioactivos en productos hortofrutícolas mediante deshidratación os-

mótica: Una revisión». *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas, 14* (8). México, ME:e2936. https://doi.org/10.29312/remexca.v14i8.2936.

Jarry-Bolduc, G., & Planiden, C. (2025). Using generalized simplex methods to approximate derivatives, *IMA Journal of Numerical Analysis*, drafo53, https://doi.org/10.1093/imanum/drafo53

Kilic, M., Sahin, M., Hassan, A. & Ullah, A. (2024). Preservation of fruits through drying—A comprehensive review of experiments and modeling approaches. *Journal of Food Process Engineering, 47*:e14568. https://doi.org/10.1111/jfpe.14568

Lin, X., Luo, C. & Chen, Y. (2016). Effects of vacuum impregnation with sucrose solution on mango tissue. *Journal of Food Science, 81*, E1412–E1418. https://doi.org/10.1111/1750-3841.13309.

Mari, A., Andriotis, P., Drosou, C., Laina, K.-T., Panagiotou, N. & Krokida, M. (2025). Enhancing shelf-life stability of refrigerated potatoes through osmotic dehydration and ohmic heating optimization: A strategy to mitigate enzymatic browning. *Potato Research,* 68: 2085–2123. https://doi.org/10.1007/s11540-024-09805-1

Mújica-Paz, H., Valdez-Fragoso, A., Lopez-Malo, A., Palou, E. & Welti-Chanes, J. (2003). Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effect of the vacuum pressure and syrup concentration. *Journal of Food Engineering, 57*, 305-314. https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00344-8

Sablani, S. S. & Rahman, M. S. (2003). Effect of syrup concentration, temperature and sample geometry on equilibrium distribution coefficients during osmotic dehydration of mango. *Food Research International, 36*(1), 65-71. https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00109-6

SAGARPA (2017). Planeación agrícola nacional 2017 – 2030, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257078/Potencial-Mango.pdf

Sanjinez-Argandoña, E. J., Yahagi, L. Y., Boveda Costa, T. & Giunco, A. J. (2017). Mango dehydration: influence of osmotic pre-treatment and addition of calcium chloride. *Revista Brasileira de ruticultura, 40*(4): e-419. http://dx.doi.org /10.1590/0100-29452018419

Smattcom (2024). *El mango mexicano: Un tesoro comercial en 2024*. https://smattcom.com/blog/mango-mexicano-tesoro-comercial-2024

Staniszewska, I., Nowak, K. W., Zielinska, D., Konopka, I. & Zielinska, M. (2024). Pulsed vacuum osmotic dehydration (PVOD) of fermented beetroot: modeling and optimization by Response Surface Methodology (RSM). *Food and Bioprocess Technology*, 17: 977–990. https://doi.org/10.1007/s11947-023-03173-3

Sulistyawati, I., Dekker, M., Fogliano, V. & Verkerk, R. (2018). Osmotic dehydration of mango: Effect of vacuum impregnation, high pressure, pectin methylesterase and ripeness on quality. *LWT-Food Science and Technology*, 98: 179-186. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.032

Sulistyawati, I., Verkerk, R., Fogliano, V. & Dekker, M. (2020). Modelling the kinetics of osmotic dehydration of mango: Optimizing process conditions

and pre-treatment for health aspects. *Journal of Food Engineering*, 280: 109985, https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109985

Tsopwo Zena, C. y Jiokap Nono. (2024). Investigating intermittent immersion during osmotic dehydration of mango (*Mangifera indica* L. Moench). Part A: Determination of optimal conditions for mango (*Mangifera indica* L. Moench) dehydration impregnation by immersion (D2I) and intermittent immersion (D3I). *Heliyon, 10*(16): e35808. https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)11839-7

Vinod, B.R., Asrey, R., Sethi, S., Menaka, M., Meena, N. K. & Shivaswamy, G. (2024). Recent advances in vacuum impregnation of fruits and vegetables processing: A concise review, *Heliyon, 10*, e28023. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28023

Wang, J., Teng, J., Wei, B., Huang, L., & Xia, N. (2021). Effects of different osmosis methods on the dehydration efficiency and quality of mango fruits. *Food Science, 42*(1), 149–156. https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20191110-127

Zapata Montoya, J.E. & Montoya Ramos, A. (2012). Deshidratación osmótica de láminas de mango cv. Tommy Atkins aplicando metodología de superficies de respuesta. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 65*(1): 6507-6518. (PDF) Osmotic Dehydration of Mango Pieces cv. Tommy Atkins Applying Response Surface Methodology

Recepción: **Octubre 8, 2024** | Aceptación: **Octubre 8, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

Invaginación intestinal secundaria a un tumor de GIST en una niña

Secondary intestinal intussusception to a GIST tumor in a girl

Rubén Martín Alvarez-Solis[1] • rubenalsolecito@hotmail.com
ORCID: 0000-0001-9703-4626

Armando Quero-Hernández[2] • ORCID: 0009-0003-5588-9265

Marcela del Pilar Vargas-Vallejo[3] • ORCID: 0009-0002-4150-8508

David Bulnes-Mendizába[4] • ORCID: 0009-0001-2437-3384

Nadia Selene Gómez-Villegas[5]

1 División de Cirugía Pediátrica. Hospital del Niño "Dr. Rodolfo Nieto Padrón. Villahermosa, Tabasco. México

2 Servicio de Oncología Pediátrica. Hospital General "Dr. Aurelio Valdivieso". Servicios de Salud de Oaxaca. Oaxaca de Juárez, México.

3 Servicio de Oncología Pediátrica del Hospital del Niño "Dr. Rodolfo Nieto Padrón" de Villahermosa, Tabasco. México

4 Servicio de Patología. Hospital del Niño "Dr. Rodolfo Nieto Padrón". Villahermosa, Tabasco. México

5 Cirugía pediátrica Hospital del Niño. "Dr. Rodolfo Nieto Padrón. Villahermosa, Tabasco, México

Para citar este artículo:
Alvarez Solis, R. M., Quero Hernández, A., Vargas Vallejo, M. del P., Bulnes Mendizábal, D., & Gómez Villegas, N. S. Invaginación intestinal secundaria a un tumor de GIST en una niña. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a08

RESUMEN

Los tumores gastrointestinales estromales (GIST), son los tumores mesenquimales del tracto gastrointestinal más frecuente en adultos, pero son muy raros en niños. Nosotros reportamos el caso de una paciente femenina de 9 años con un cuadro de dolor abdominal y que el ultrasonido sugirió invaginación intestinal. Durante la laparotomía exploradora se encontró un tumor intraluminal en intestino delgado, que posteriormente por anatomía patológica confirmó el diagnóstico de tumor de GIST. No recibió tratamiento con quimioterapia. Se ha mantenido en observación por más de 5 años sin evidencia de metástasis o recidiva. Nosotros realizamos una breve discusión y análisis de la literatura del tumor de GIST en niños.

Palabras clave:
Tumor de GIST en niños; causas de invaginación secundaria; sangrado de tubo digestivo.

— Abstract—

GIST tumors are the most common mesenchymal tumors of the gastrointestinal tract in adults, but are very rare in children. We report the case of a 9-year-old female patient with abdominal pain and the ultrasound suggested intestinal intussusception. During the exploratory laparotomy, an intraluminal tumor was found, which subsequently confirmed the diagnosis of Gist tumor. She did not receive chemotherapy treatment. She has been under observation for more than 5 years without evidence of metastasis or recurrence. We carry out a brief discussion and analysis of the literature on GIST tumor in children.

Keywords:
GIST tumor in children; causes of secondary intussusception; Digestive tract bleeding.

El tumor estromal gastrointestinal (GIST) es el tumor mesenquimal más frecuente en el tracto digestivo, cuyo origen se desarrolla en las células intersticiales de Cajal y cuya función es la actividad peristáltica del tubo digestivo y que se caracterizan por expresar receptores de la tirocin-kinasa CD117 o KIT. La mayoría de los GIST presentan mutaciones con ganancia de función en los genes v-KIT (KIT), o del receptor del factor de crecimiento derivado de plaquetas alfa (PDGRFA), lo que da por resultado la activación del ligando de las quinasas que promueven la proliferación neoplásica en el 80 % de los casos.[1]

En la actualidad, se denomina GIST a los tumores mesenquimales CD117 positivos, fusiformes o epitelioides, primarios de tracto digestivo, mesenterio, y retroperitoneo. Este término se utilizó por vez primera en 1983. Mazur y Clark lo emplearon para designar unos tumores no epiteliales del tubo digestivo, que carecían de rasgos ultraestructurales de músculo liso y características inmunohistoquímicas de célula de Schwann.[2]

Es el sarcoma más frecuente del tracto gastrointestinal (TGI). Supone 2 % de tumores a este nivel, pero 80 % de los sarcomas gastrointestinales. Su incidencia se estima de 10 a 20 casos por millón de habitantes y por año. Teniendo una prevalencia mayor, debido el curso clínico largo de la enfermedad (10-15 años).[2,3]

La incidencia máxima es entre la 4.ª y 6.ª décadas, siendo la distribución por géneros semejante. Aunque estudios recientes sugieren una incidencia algo superior en varones. Es raro observarla en la población pediátrica, con una incidencia anual de 0.02 a 0.44 casos por millón en menores de 20 años. [3,4]

Los GIST comparten similitudes inmunofenotípicas con las células intersticiales de Cajal, localizadas alrededor del plexo mientérico, y dispersas en la muscular propia. Características como la expresión de KIT, CD34, la cadena pesada de la miosina de músculo liso y la nestina, son comunes en ambos. Las células intersticiales de Cajal actúan como marcapasos intermediarios entre sistema nervioso y sistema de músculo liso. Expresan CD117, en 95 % de los casos igual que los GIST, y poseen una mezcla de rasgos neurales y miógenos en la ultraestructura.[5]

Kinblom, en 1998, sugirió que los GIST se originaban de una célula madre que se diferenciaba hacia célula intersticial de Cajal. La hipótesis de la célula precursora explicaría por qué tumores mesenquimales con histología similar a los GIST, CD117 positivos, pueden aparecer en epiplón y mesenterio[5].

Nuestro objetivo es presentar un caso raro de GIST en un paciente pediátrico que se manifestó con un cuadro de invaginación intestinal, resultado del tratamiento y revisión de la literatura.

CASO CLÍNICO

Paciente femenina de 9 años, con dolor abdominal de 20 días previos, multimanejada con antiparasitarios, antidiarreicos y sin mejoría clínica, por lo que acude a nuestra institución por dolor abdominal persistente. Exploración física se observa

palidez generalizada, a nivel precordial con soplo holo sistólico secundario a "cor anémico", taquicardia, dificultad respiratoria leve, Abdomen blando, depresible, no doloroso a la palpación, peristalsis disminuida, sin datos de irritación peritoneal.

Se realiza Biometría hemática observándose anemia microcítica hipocrómica severa (4 gr/dl)., leucocitos 6,500/mm3, cuenta diferencial y plaquetas normales. Se solicita un ultrasonido abdominal y reportan invaginación intestinal colocolica intermitente. Es valorada por cirugía pediátrica y se decide realizar laparotomía exploradora; observan una invaginación yeyuno-ileal secundario a tumoración palpable en la luz intestinal de un diámetro aproximadamente de 2 cm. Se realiza resección del segmento y entero-entero anastomosis. La exploración del resto del intestino delgado y colon fue normal.

El reporte histopatológico fue tumor de células del estroma gastrointestinal (GIST) con crecimiento polipoide hacia la luz intestinal. Figura 1. Describiendo células epitelioides y espinosas con más de 5 mitosis /campo. La Inmunohistoquímica confirmó positividad para: CD117, DOG1 y CD34.

La paciente permanece asintomática y con una sobrevida libre de actividad tumoral a 5 años de la resección quirúrgica.

DISCUSIÓN

La etiología de la invaginación intestinal suele ser por inflamación de las placas de Peyer en el lactante menor. Un paciente con cuadro de invaginación intestinal que es mayor de 2 años siempre hay que buscar una causa orgánica o secundaria. En este caso pediátrico, que representa al parecer el primero en ser reportado en la literatura mexicana, en donde la invaginación yeyuno-ileal fue ocasionada por un tumor de estroma gastrointestinal.

Kinblom y colaboradores llevaron a cabo un estudio poblacional, reuniendo datos epidemiológicos y de pronóstico de los GIST. En una población de Suecia de 1,3-1,6 millones de habitantes, con 4 hospitales de referencia, investigaron tumores mesenquimales, c-KIT positivos entre 1983 y 2000. Estudiaron 650 casos de los cuales 398 cumplían los criterios diagnósticos de GIST. El 72 % de los casos de GIST, habían sido diagnosticados de otra forma. El 28 % se diagnosticó como GIST, un 34 % leiomiomas, 18 % leiomiosarcomas, 13 % leiomioblastomas, y un 7 % otros diagnósticos. En cuanto a la presentación clínica, el 69 % fueron sintomáticos, siendo la mayoría de estos síntomas inespecíficos: dolor vago, anorexia, anemia, pérdida de peso, náuseas. Menos frecuentes fueron la hemorragia gastrointestinal (por ulceración mucosa), o intraperitoneal (por rotura tumoral).[6]

En nuestra paciente el tumor se encontró en la unión de Yeyuno-ileón, que es muy raro pues Kindblom, refiere que se pueden localizar en el TGI, en mesenterio o retroperitoneo. Entre 50-60 % casos se originan en el estómago, 20-30 % en intestino delgado, el colon supone el 10 % aproximadamente y el 15 % restante en otros sitios: recto, esófago, mesenterio, retroperitoneo. Siendo el esófago el 5 % de los casos.[3,4]

El aspecto macroscópico depende del tamaño, que oscila entre 1 y 32 cm, aunque la mayoría tienen más de 2 cm. En nuestro paciente midió 1.5 cm el tumor intraluminal. Aparecen como nódulos serosos, intramurales o submucosos. Los grandes suelen mostrar un crecimiento exofítico, hacia la luz, con ulceración (20-30 % casos) o no de la mucosa. También pueden protruir hacia la serosa con gran componente extra parietal, lo que enmascara su origen digestivo en las técnicas de imagen. Histológicamente se distinguen tres patrones arquitecturales en los tumores de GIST: fusiforme (70 %) epitelioide (20 %) y mixto (10 %) en nuestro paciente se encontró de tipo mixto: células espinosas o fusiformes y de tipo epitelioide.[7]

La presentación del tumor de GIST, varía en síntomas y signos, dependiendo del tamaño y la localización. En nuestra paciente predomino el dolor abdominal crónico. No tiene antecedente de hematemesis ni melena, sin embargo, el sangrado oculto en heces es factible por un sangrado gastrointestinal crónico inadvertido.[7]

La ecografía suele ser la técnica inicial de diagnóstico en muchos pacientes con tumores GIST. Suelen ser tumores grandes de baja ecogenicidad, en nuestra paciente, el ultrasonido no lo detectó previo a la cirugía, presentando un diagnóstico sugerente de invaginación. Otros estudios que se sugieren puedan realizarse son TAC con contraste de abdomen, considerando a esta técnica la más sensible, en la que se describe al tumor GIST como una masa hipervascular, de aspecto heterogéneo, debido a la necrosis hemorrágica o a la degeneración quística, y la resonancia magnética en caso que se sospeche tumor rectal.[8]

El tumor de GIST tiene características inmunohistoquímicas que son útiles para confirmar la sospecha diagnóstica. Cerca de 95 % son positivas para KIT (CD117), DOG-1 98 %, PDGFRA en el 80 %, 70 % al 80 % para CD34, 30-40 % para actina de musculo liso y otros. [2,9,10] El 30 % de los GIST son malignos, y al momento actual existen al menos 4 sistemas de estratificación de riesgo (Fletcher, Miettinen y la del Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas (AFIP) y los criterios de riesgo de la Red Nacional Integral del Cáncer, en la que de manera general, consideran las siguientes variables: tamaño del tumor, tasa de mitosis por campo observado, sitio del tumor. En el caso que presentamos el tamaño tumoral menor de 5 cm, tasa mitótica mayor de 5 por campo y localización yeyuno ileal, de tal manera que ponderándolo con los criterios AFIP sería de riesgo moderado.[11] En niños la localización más frecuente es el estómago y generalmente con múltiples nódulos tumorales (enfermedad multifocal). En México, Morales y cols., reportaron dos casos cuya localización fue en la unión esofagastrica y de cavidad gástrica con manifestaciones de anemia crónica y la terapia fue solo resección quirúrgica en un caso y en el segundo neoadyuvancia con imatinib.[12]

El pronóstico muestra cierta asociación con la localización anatómica, con tendencia a ser de mayor malignidad los localizados en intestino delgado frente a los localizados en el estómago.[11] Miettinem,[10] en un estudio de 1700 GIST gástricos, observó que 83 % eran benignos. En duodeno, sin embargo, la mitad suelen ser

malignos. En el esófago, son poco frecuentes. Predominan los leiomiomas. Pero más de la mitad de los GIST son malignos. Se han descrito otras localizaciones, como en los ganglios linfáticos.[13,14]

El manejo de los tumores GIST ha sido de primera instancia la resección quirúrgica, sobre todo para los tumores localizados; mientras que para los tumores GIST malignos son tratados con diversos esquemas de quimioterapia y/ radioterapia, reportándose una sobrevida global a 5 años de alrededor de 12 %, sobre todo en tumores irresecables o metastásicos, presentaban recaídas o progresión de la enfermedad y eran resistentes a la quimioterapia citotóxica y/o radioterapia.[15] En las últimas décadas, con el mejor entendimiento de los mecanismos moleculares que dan origen a estas neoplasias, han surgido terapias que bloquean dichas mutaciones en sitios específicos, modificando con ello la proliferación del tumor y su angiogénesis. Los inhibidores de la tirosin kinasa bloquean a los receptores KIT y a los PDGFRA (presentes en el 90 % y 80 % de los GIST respectivamente) y representan la línea actual de tratamiento para disminuir las recaídas y para el grupo de alto riesgo; el imatinib es uno de los primeros medicamentos con dicho mecanismo de acción, disminuyendo en 54 % el riesgo de progresión de la enfermedad o el fallecimiento.[15,16]

Dada la rareza de estos tumores en la etapa pediátrica, no se tienen recomendaciones sobre su tratamiento, lo registrado se ha extrapolado del manejo del paciente adulto. Arimatias y cols., en su revisión sistemática en donde incluyeron 184 pacientes, del que 68 % fueron mujeres, con una media de 14 años, la localización del tumor fue en 90 % de los casos en el estómago y en intestino 7 %. El manejo inicial fue gastrectomía parcial hasta total, 46 % de los casos tuvieron enfermedad metastásica al diagnóstico y recibieron quimioterapia estándar el 2 %, inhibidores de tirocin-kinasa de primera generación el 34 % y de segunda generación el 13 %, logrando remisión completa el 52 % y sobrevida global del 24 % a 6 años.[17]

En nuestro caso, por las características histológicas encontradas, fue estratificado como de riesgo moderado, la pauta de manejo fue su resección completa sin otro manejo adyuvante, y a 5 años de seguimiento se encuentra libre de actividad tumoral.

CONCLUSIONES

Tener en cuenta que la invaginación intestinal en 90 % de los casos es idiopática y ocurre en lactantes. Que cuando la invaginación se presenta en mayores de 2 años, siempre hay una causa orgánica o secundaria, como el caso aquí descrito.

Este es el primer reporte de un GIST en un niño de 9 años, tratado solo con cirugía y sobrevida libre de actividad tumoral a 5 años del diagnóstico.

REFERENCIAS

1. **Naito**, Y., Nishida, T., & Doi, T. (2023). Current status of and future prospects for the treatment of unresectable or metastatic gastrointestinal stromal tumours. *Gastric Cancer, 26*(3), 339-351. https://doi.org/10.1007/s10120-023-01381-6
2. **Tyagi**, I. V., & Anand, S. (2025). Gastrointestinal Stromal Tumors Market Share, Report 2035. En *Market Research Future*. https://www.marketresearchfuture.com/reports/gastrointestinal-stromal-tumors-market-1583/?utm_term=&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2893753364&hsa_cam=23142125492&hsa_grp=190076755354&hsa_ad=779362054048&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-2443880216606&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1
3. **Popoiu**, T., Pîrvu, C., Popoiu, C., Iacob, E. R., Talpai, T., Voinea, A., Albu, R., Tăban, S., Bălănoiu, L., & Pantea, S. (2024). Gastrointestinal Stromal Tumors (GISTs) in Pediatric Patients: A Case Report and Literature Review. *Children, 11*(9), 1040. https://doi.org/10.3390/children11091040
4. **Hallie** J. Quiróz, Brent A. Willobee, Matthew S. Sussman, Bradley R. Fox, Chad M. Thorson, Juan E. Sola et al. Pediatric gastrointestinal stromal tumors- a review of diagnostics modalities. *Transl Gastroenterol Hepatol*. 2018;3:3-54 doi:10.21037/tgh.2018.07.08
5. **M**. Shimomura, S. Ikeda, Y. Takakura, Y. Kawaguchi, M. Tokunaga, Haruka Takeda, et al. Gastrointestinal stromal tumors of the small intestine in pediatric populations: a case report and literature review. *Pediatr Surg Int, 26* (2010), pp. 649-654
6. **Kinblom** L-G, Remotti HE, Aldenborg F, et al. Gastrointestinal Pacemeaker cell tumor (GIPACT). Gastrointestinal stromal tumors show phenotypic characteristics of interstitial cells of Cajal. *Am J Pathol* 1998; 152: 1259-69. 5.
7. **Saund** MS, Demetri GD, Ashley SW. Gastrointestinal stromal tumors (GISTs). *Curr Opin Gastroenterol* 2004; 20: 89-94.
8. **Corless** CL, Fletcher JA and Heinrich MC. *Biology of gastrointestinal stromal tumors. J Clin Oncol* 2004; 22: 3813-25
9. **Bucher** P, Villiger P, Egger J-F, et al. Management of gastrointestinal stromal tumors: from diagnosis to treatment. *Swiss Med Wkly* 2004; 134: 145-53
10. **Miettinem** M, Lasota J. Gastrointestinal stromal tumors (GISTs): definition, ocurrence, pathology, differential diagnosis, and molecular genetics. *Pol J Pathol* 2003; 54: 3-24.
11. **Inga**-Marie Schaefer, Adrián Mariño Enríquez, Jonathan A Fletcher. What is new in gastrointestinal stromal tumor?. *Adv Anat Pathol*. 2017;24(5): 259-267
12. **Morales** Peralta Adrián, Covarrubias Espinoza Gilberto, Rios García Candy Guadalupe, Larios Farak Tania Clarisa, Millán Valenzuela Luis Omar, Galván Ruiz Vanessa Guadalupe. Tumor de GIST pediátrico. Presentación de dos casos y revisión de la literatura. *Bol Clin Hosp Infan Edo Son*. 2017;34(2): 127-135

13. **B**. Samarji, T. Walter, F. Dijoud, S. Collardeau Frachon, F. Hameury, R. Dubois, et al. [Pediatric gastrointestinal stromal tumors: report of three cases] *Gastroenterol Clin Biol, 34* (2010), pp. 407-40
14. **Stiles**, Z.E.; Fleming, A.M.; Dickson, P.V.; Tsao, M.; Glazer, E.S.; Shibata, D.; Deneve, J.L. Lymph Node Metastases in Gastrointestinal Stromal Tumors: An Uncommon Event. *Ann. Surg. Oncol.* 2022, 29, 8641–8648.
15. **Ng** EH, Pollock RE, Munsell MF, Atkinson EN, Romsdahl MM. Prognostic factors influencing survival in gastrointestinal leiomisarcoma. Implications for surgical management and stag ing. *Ann Surg.* 1992; 215: 68-77
16. **Prof** Yoon-Koo Kang, Min-Hee Ryu, Changhoon Yoo, Prof Baek-Yeol Ryoo, Hyun Jin Kim, Jong Jin Lee, et al. Resumption of imatinib dosing to control metastatic gastrointestinal Stromal Tumors (GIST) after failure of Imatinib and Sunitinib: Results of a randomised, placebo-controlled, phase 3 trial (RIGHT). *Lancet Oncol.* 2013; 14(12): 1175-1182. doi:10.1016/S1470-2045(13)70453-4.
17. **Arimatias** Raitio, Adeline Salim, Dhanya Mullassery, Paul D Losty. Current treatment and outcomes of pediatric gastrointestinal stromal tumors (GIST): a systematic review of published studies. *Pediatr Surg Int. 2021; 37*(9):1161-1165

Anexo

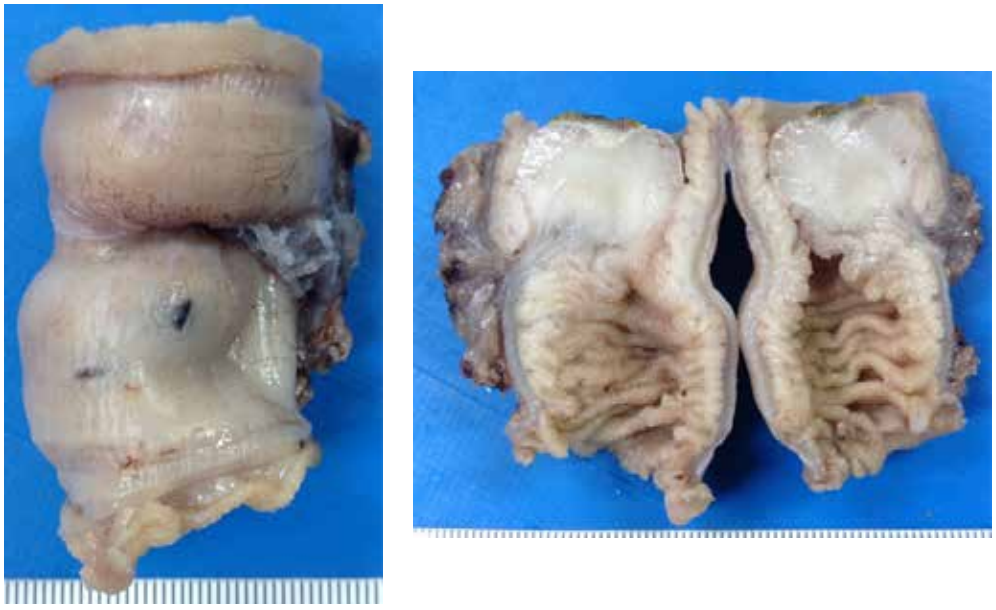


Figura 1. Descripción Macroscópica. Segmento de Yeyuno de 6X3 cm con una masa polipoide que muestra la tracción de la pared intestinal

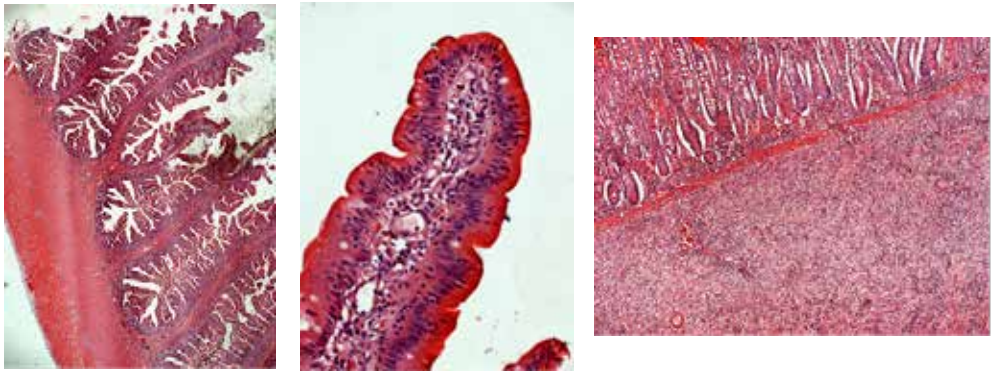


Figura 2. Descripción Microscópica. Se observa proliferación de elementos que forman un núcleo polipoide a partir de la lámina propia y muscular sin mucosa superficial

Recepción: **Diciembre 4, 2024** | Aceptación: **Octubre 8, 2025** | Publicación: **Febrero 1, 2026**

Relación entre el estrés académico, trastornos alimenticios y salud mental en Estudiantes Universitarios

Relationship between academic stress, eating disorders and mental health in University Students

—

Marisol de Jesús Mancilla Gallardo[1] • marisol.gallardo@unach.mx
ORCID: 0000-0001-5344-9686

Rita Virginia Ramos Castro[1] • rvramos@unach.mx
ORCID: 0000-0002-7896-3857

Verónica Concepción Castellanos León[1] • veronica.castellanos@unach.mx
ORCID: 0000-0003-3670-5988

Marisol García Cancino[1] • marisol.garcia@unach.mx
ORCID: 0000-0001-7159-9899

Elisa Gutiérrez Gordillo[1] • elisag@unach.mx
ORCID: 0000-0002-7576-4684

1 Facultad de Humanidades CVI. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.

Para citar este artículo:
Mancilla Gallardo, M. de J., Ramos Castro, R. V., Castellanos León, V. C., García Cancino, M., & Gutiérrez Gordillo, E. Relación entre el estrés académico, trastornos alimenticios y salud mental en Estudiantes Universitarios. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 15*(43). https://doi.org/10.31644/IMASD.43.2026.a09

RESUMEN

Este trabajo presenta un análisis sobre el estrés académico, los trastornos alimenticios y la salud mental de los estudiantes de la licenciatura en Pedagogía y Tecnologías de la Información y Comunicación aplicadas a la Educación de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Chiapas. Conociendo de antemano que el estrés académico es una de las principales fuentes de malestar en los estudiantes universitarios, derivado de la presión constante para cumplir con las exigencias académicas. Esta situación afecta la gestión emocional, generando problemas como ansiedad, baja autoestima y dificultades en las relaciones. En algunos casos, el estrés excesivo puede llevar a desequilibrios en la salud mental, manifestándose en trastornos como ansiedad generalizada y trastornos alimenticios. Situaciones que pueden desencadenar conductas auto lesivas, agresividad e incluso abandono escolar, esta preocupación nos llevó a realizar la investigación con los estudiantes antes mencionados.

La edad promedio de los participantes es de 23 años, con una notable diferencia de género (67.7 % hombres y 32.3 % mujeres). En cuanto al estrés académico, se observa que los niveles moderados son más comunes en los primeros semestres, mientras que los niveles altos y muy altos predominan en los semestres avanzados, especialmente en el séptimo y octavo.

En relación con los trastornos alimenticios, los niveles moderados y bajos son los más frecuentes, pero los niveles muy altos aumentan en los semestres más avanzados. En cuanto a la salud mental, se reporta una distribución equilibrada entre los distintos niveles, aunque las mujeres tienden a presentar bajos indicadores de salud mental.

No se encontró una correlación significativa entre los niveles emocionales y el estrés, ni entre el estrés académico y los síntomas digestivos. Sin embargo, se identificó una correlación negativa moderada, lo que sugiere que un mejor estado emocional está vinculado a una menor prevalencia de síntomas digestivos.

Palabras clave:
estrés académico; salud mental; emociones; trastornos alimenticios.

— Abstract—

The text presents an analysis of academic stress, eating disorders, and mental health among undergraduate students in the Pedagogy and Information and Communication Technologies Applied to Education program at the Faculty of Humanities, Autonomous University of Chiapas. It is understood that academic stress is one of the primary sources of discomfort for university students, stemming from the constant pressure to meet academic demands. This situation affects emotional management, leading to problems such as anxiety, low self-esteem, and difficulties in relationships. In some cases, excessive stress can cause mental health imbalances, manifesting in disorders such as generalized anxiety and eating disorders. These situations can trigger self-harming behaviors, aggression, and even school dropout, which prompted the investigation with the aforementioned students.

The average age of the participants is 23 years, with a notable gender disparity (67.7% men and 32.3% women). Regarding academic stress, moderate levels are more common in the early semesters, while high and very high levels dominate in advanced semesters, particularly in the seventh and eighth semesters.

In terms of eating disorders, moderate and low levels are the most frequent, but very high levels increase in more advanced semesters. Regarding mental health, a balanced distribution is reported across different levels, although women tend to show lower mental health indicators.

No significant correlation was found between emotional levels and stress, nor between academic stress and digestive symptoms. However, a moderate negative correlation was identified, suggesting that better emotional well-being is linked to a lower prevalence of digestive symptoms.

Keywords:
Academic stress; mental health; emotions; eating disorders.

El estrés es considerado una fuente principal de las emociones en todas las actividades humanas, ha sido foco de investigadores en diferentes campos del conocimiento. En los últimos años, el interés de diversos investigadores se ha situado en poblaciones específicas como estudiantes universitarios.

Diversas teorías entre ellas, la transaccional menciona que el estrés es un evento cognitivo donde el sujeto evalúa como fuente de oportunidad o como una amenaza, mientras la teoría de Lazarus (1991) citado por Gil (2016) como proceso de evaluación relacionándolo con la toma de decisiones mismas que están relacionadas con las emociones; sin embargo, Calixto-González (2019) refiere que para McEwen (2000) es una amenaza real o imaginaria a la integridad física o psicológica y por ende, la respuesta que emite es de corte conductual o fisiológico.

Mientras que el estrés académico para la Organización Mundial de la Salud OMS (2021) es la activación fisiológica, emocional, cognitiva y conductual ante estímulos y eventos académicos, mientras que salud mental, es un componente esencial de la salud en general y debe ser promovida y protegida como tal. Numerosas investigaciones han evidenciado que los estudiantes universitarios enfrentan elevados niveles de estrés académico, lo cual puede tener un impacto negativo.

El propósito de este trabajo fue reflexionar sobre la relación entre estrés académico, trastornos alimenticios y emociones en la salud mental de ,estudiantes de la licenciatura en Pedagogía y TICAE de la UNACH. El estrés académico es una realidad inherente a la vida universitaria y se ha convertido en un fenómeno ampliamente estudiado debido a su impacto en la salud mental de los estudiantes. La licenciatura en Pedagogía en la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) no es una excepción, de tal manera los estudiantes enfrentan retos que van más allá de las exigencias académicas. Tras el retorno a la presencialidad después de la pandemia, se ha observado un incremento en conductas disruptivas, crisis emocionales y desmotivación, lo que plantea interrogantes sobre cómo el estrés académico está influyendo en la estabilidad emocional y el bienestar psicológico de los estudiantes. A pesar de los avances en el conocimiento sobre este tema, persiste la necesidad de comprender mejor la relación entre el estrés académico y la salud mental en este contexto específico, particularmente con estudiantes de las licenciaturas en Pedagogía y Tecnologías de la Información y Comunicación (TICAE).

DESARROLLO

El presente apartado aborda la salud mental como un elemento crucial para el bienestar integral, del estudiantado universitario, donde los desafíos académicos, personales y sociales convergen para influir en el rendimiento y la calidad de vida de los estudiantes. A través de un análisis basado en diversas fuentes académicas, se destacan las definiciones de salud mental ofrecidas por organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana

de la Salud (OPS), así como las perspectivas legales y de investigación que resaltan la importancia de proteger y promover la estabilidad emocional y psicológica.

Se exponen las principales amenazas que enfrentan los estudiantes universitarios, tales como el estrés académico, las exigencias relacionadas con la carga de trabajo, los exámenes y los trastornos alimenticios, como la anorexia, bulimia y el trastorno por atracón. Estas condiciones no solo afectan la salud física, sino que también generan impactos significativos en la salud mental, exacerbando problemas como la ansiedad y la depresión.

La salud mental interfiere en las actividades cotidianas, por lo tanto es necesario cuidarla, para tener buena calidad de vida en especial en la universidad; porque trae consigo un buen desempeño académico y cumplir con las responsabilidades académicas, diversos autores analizan la salud mental desde la perspectiva psicológica y psiquiátrica como la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) quien define la salud mental como "un estado de bienestar mental que permite a las personas hacer frente a los momentos de estrés de la vida, desarrollar todas sus habilidades, poder aprender y trabajar adecuadamente y contribuir a la mejora de su comunidad." (párr.1) lo que permite desarrollar e impulsar las capacidades y habilidades de la persona, de igual modo ponerlas en práctica en el ámbito laboral y social, a su vez permite una buena toma de decisiones, relacionarse con los demás y enfrentar las situaciones o problemas que se le presenten.

Desde el punto de vista de Miranda (2018) la salud mental es vista como "un estado o condición del individuo, a un campo -conceptual y práctico- dentro de la salud pública, a una serie de patologías psiquiátricas y problemas psicosociales" (p.86); por lo que, la salud mental está relacionada con el bienestar de la persona y la ausencia de problemas psicosociales, es importante mencionar que la salud mental está relacionada con la salud física pongamos por caso, la persona se encuentra en un estado depresivo, aparecen síntomas como falta de apetito, aumento o ausencia para dormir como lo hace notar la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2020) al decir como lema "No hay salud sin salud mental" (párr.1) no obstante las emociones intervienen en la salud mental; por lo que, se requiere tener buen manejo de las emociones para tener buena estabilidad mental y emocional.

El tema de la salud se ha visto reflejada en las leyes como lo hace notar el Ministerio de Salud y Protección Social (2013) de Colombia, que de acuerdo con una de sus leyes define la salud mental como:

> un estado dinámico que se expresa en la vida cotidiana a través del comportamiento y la interacción de manera tal que permite a los sujetos individuales y colectivos desplegar sus recursos emocionales, cognitivos y mentales para transitar por la vida cotidiana, para trabajar, para establecer relaciones significativas y para contribuir a la comunidad (Ley 1616 de 2013).

Esta definición toma en cuenta la salud mental, las relaciones personales y el entorno, pensamientos, creencias, aunque también es importante la sociedad; ya que determina la manera en cómo se sentirá la persona, de tal forma que, las ideologías que imponga la sociedad determinarán la salud mental de la persona. Todavía cabe señalar que se han realizado investigaciones en torno a la salud mental, por ejemplo, de Cuamba y Zazueta (2020) cuya investigación denominaron salud mental, habilidades de afrontamiento y rendimiento académico en estudiantes universitarios donde a partir de la Escala de Medida de los Síntomas Transversales de Nivel 1 del DSM-5 y el Inventario de Estrategias de Afrontamiento CSI encontraron que la mitad de los estudiantes presenta problemas mentales y ejecución de las habilidades de afrontamiento.

Principales amenazas

Existen amenazas que ponen en riesgo la buena salud mental como es el caso de "La inseguridad, desesperanza, rápido cambio social, riesgos de violencia, problemas que afecten la salud física, factores y experiencias personales, interacción social, valores culturales y experiencias familiares, escolares y laborales, son algunos de los elementos que la afectan." (Fundación UNAM, 2019, párr.2) que pueden afectar la salud mental por ejemplo: la pobreza, que al no contar con los recursos económicos, baja la autoestima y motivación de la persona, o bien, si la persona vive constantemente situaciones de violencia, tiende a presentar emociones como miedo, tristeza, desesperación, angustia e ira, sumando que al no saber enfrentarlas o tener un plan para solucionarlas, no solo llegan a dañar la salud mental, sino que también aparecen los trastornos mentales que este último se define como "alteración clínicamente significativa de la cognición, la regulación de las emociones o el comportamiento de un individuo." (OMS, 2022, párr.1).

Existen diversos trastornos que ponen en riesgo la salud mental, sin embargo, los trastornos más comunes son la depresión y ansiedad, en el primero "la persona experimenta un estado de ánimo deprimido (tristeza, irritabilidad, sensación de vacío) o una pérdida del disfrute o del interés en actividades" (OMS, 2022, párr.4) en el mayor de los casos comete suicidio, de acuerdo a la OMS (2022) "En 2019, 280 millones de personas padecían depresión, entre ellos 23 millones de niños y adolescentes" (párr.4) en contraste a lo anterior, los niños y adolescentes de los cuales la mayoría son estudiantes que padecen este tipo de trastorno; puesto que se viven situaciones de preocupación por cumplir con actividades académicas, cotidianas incluso laborales; por otro lado, la ansiedad hace referencia al "miedo y una preocupación excesiva y por trastornos del comportamiento conexos. Los síntomas son lo suficientemente graves como para provocar una angustia" (OMS,2022, p.3) por lo que la OMS (2022) afirma que "En 2019, 301 millones de personas sufrían un trastorno de ansiedad, entre ellos, 58 millones de niños y adolescentes" (párr.3). Habría que decir también que Cuenca, Robladillo, Meneses y Suyo (2020) en su

investigación sobre Salud mental en adolescentes universitarios Latinoamericanos: revisión sistemática, encontraron que son las mujeres las que tienden a presentar primero trastornos mentales y cuadros de estrés.

Desafíos

La salud mental es un derecho humano; por lo tanto el principal desafío que enfrenta, es la protección de ella misma, compartiendo su importancia con planes y programas que erradiquen el problema, de igual modo que en las escuelas existan un área especializada en tratar problemas de la salud mental en especial en las universidades en las cuales cuenten con psicólogos, o gabinetes psicopedagógicos como es el caso de la UNACH, que apoyen en los problemas psicoemocionales, en la deserción o abandono en la carrera universitaria, finalmente, los principales desafío que enfrenta la salud mental es su concientización en la sociedad y en las escuelas.

Estrés académico

El estrés es un factor que la mayor parte de la población presenta en una situación cotidiana, con la diferencia que se encuentra bajo presión, pero en el ámbito escolar se presenta con mayor frecuencia en especial en los universitarios; el estrés académico "surge de una interacción entre factores estresantes ambientales y las reacciones de los estudiantes, asociándose con frustración y fracaso académico." (Tirado et al, 2023, p.1), el estrés es una de las principales causas por la que se daña la salud mental de los universitarios, como lo asegura la investigación de Carreón et al (2023) sobre el estrés académico y problemas de salud mental en estudiantes de enfermería durante la pandemia de COVID-19 quienes encontraron que los universitarios al encontrarse en un nivel de estrés moderado presentaban problemas en la salud mental además de presentar severas cuadros de ansiedad, depresión, e insomnio, determinando que es necesario crear estrategias educativas y capacitación para disminuir los niveles de estos trastornos que deterioran la salud mental de los estudiantes de enfermería.

Causas

Existen diversas causas que pueden detonar el estrés que no solo involucran lo académico, sino que también personal o familiar, necesario mencionar que, las causas dependerán de la edad, sexo, entorno social, conducta, carrera y estrategias de afrontamiento "cuando hablamos del estrés académico los causantes puede ser muchos factores, si solo al entrar a la universidad ya es estresante, la permanencia y obligaciones diarias pueden provocar estrés" (Sarubbi De Rearte y Castaldo, 2013, p.292) dependiendo cuales sean las causas del estrés siempre terminarán dañando la salud mental y la salud física antes de dar a conocer las causas es im-

portante mencionar que el estrés académico puede afectar de diferentes maneras al estudiante ya sea personal o familiar, sin embargo, "También es visto como la presión que ayuda a enfrentar y superar situaciones desagradables o dolorosas. Una cierta cantidad de estrés no es mala, puesto que permite enfrentar los desafíos y mantenerse motivado." (Sarubbi De Rearte y Castaldo, 2013, p.293), entre las causas del estrés académico se presentan las siguientes:

Carga de trabajo

Esta causa es una de los principales que detona el estrés académico, se refiere a la cantidad excesiva de actividades que realiza una sola persona, pero en el ámbito educativo los estudiantes tienen que dedicar cierta cantidad de tiempo para estudiar y realizar sus tareas por tanto, tiene que hacer una revisión bibliográfica o búsqueda de información para poder entender la tarea de la materia, como expresa García y García (2017) al decir que "La carga de trabajo prevista, por módulos, materias o asignaturas, se emplea en el diseño de los planes de estudio" (p.84) recordando que los trabajos escolares deben de proporcionar el aprendizaje, impulsar la investigación y hábitos de estudio, no se trata tan sólo de ofrecerle las habilidades al estudiantado sino que, medir la cantidad de tareas para que este disfrute de su estudio y cuide de su salud mental.

Exámenes

El examen se trata de una prueba escrita u oral que se le aplica al estudiante para comprobar lo que aprendió durante el curso; por lo que estudiante tiene que estudiar días o semanas para presentar el examen y tratar de obtener buenas notas, dando como secuela que el universitario presente grandes niveles de estrés y afecte su salud mental, desde otra mirada "La evaluación se puede entender de diversas maneras, dependiendo de las necesidades, propósitos u objetivos de la institución educativa; tales como: el control y la medición, el enjuiciamiento de la validez del objetivo, la rendición de cuentas, por citar algunos propósitos." (Mora, 2004, p.2).

Es recomendable aplicar otro tipo de evaluaciones como proyectos finales individuales o en equipo, carpeta de evidencias, ensayos o solo evaluar con los trabajos realizados durante el curso, porque "habitualmente los exámenes escolares son vistos y vividos por los estudiantes como una amenaza, como una experiencia angustiante y desagradable." (Pérez, 2006, p.7) por lo que, eliminar los exámenes representaría una disminución de estrés en los universitarios.

También existen otros tipos de causas del estrés académico, como afirma la investigación de Londoño et al (2024) donde encontraron que además de la sobrecarga de tareas escolares y la realización de un examen, también la deficiencia de metodológica del maestro es causa del estrés académico, a su vez "cuando el estrés escolar es excesivo pueden desarrollarse problemas de índole psicológicos

y particularmente, algunos trastornos en Salud Mental" (Maturana y Vargas, 2015, p.37) por lo que la salud mental se verá afectada a causa de los factores del estrés académico; por tanto, es importante tomar medidas para evitar la aparición de trastornos mentales en los estudiantes a partir de la reducción de actividades que pueden considerarse estresantes.

Exigencias académicas

En el trayecto universitario el estudiante se enfrenta a situaciones que le demandan realizar trabajos o proyectos, exposiciones, investigaciones, exámenes incluso, el horario de clases, todos estos son exigencias académicas que citando a Huaquín y Loaíza (2004) "se comportan como estresores curriculares o estímulos conducentes de respuestas conocidas específicamente como estrés estudiantil." (párr.7) las exigencias siempre serán de parte del maestro, porque son los encargados de que sus estudiantes adquieran el aprendizaje esperado, por lo tanto, requiere exigirle al estudiante para que cumpla con las actividades que él proponga, asistir y prestar atención a las clases, incluso los estudiantes exigen a sus propios compañeros cumplir con los proyectos escolares o exposiciones, desde la posición de Flores (s.f):

> La exigencia académica refleja el rigor e intensidad con que se desarrollan las actividades académicas, y es el resultado de la combinación particular de diversos factores, entre los que se encuentran el profesor (habilidades docentes, preparación, entusiasmo), alumnos (vocación, motivación, condiciones), políticas institucionales, ambiente de aprendizaje, diseño de programas, y evaluación del aprendizaje. (p.2)

Las exigencias académicas, ocasionan estrés en el estudiantado, generando ansiedad generalizada, que puede afectar el bienestar y por ende la salud mental.

Trastornos alimenticios

Antes de examinar los trastornos alimenticios es importante mencionar que la conducta alimentaria se le conoce como: "el comportamiento normal relacionado con los hábitos de alimentación, la selección de alimentos que se ingieren, las preparaciones culinarias y las cantidades ingeridas de ellos." (Osorio, Weisstaub y Castillo, 2002, párr. 1) al hablar de trastornos alimenticios, es la alteración de la conducta alimentaria afectando por completo la salud física y mental; además, pueden poner en riesgo su vida si no es tratada a tiempo, también "se caracteriza por anomalías en los hábitos alimentarios que pueden implicar, tanta ingesta de alimentos insuficiente o excesiva, afectando la salud física y emocional del individuo." (Tabárez, 2016, p.16); son los adolescentes quienes en su mayoría padecen este tipo de trastornos en su mayoría, aprendidos en las redes sociales o en la escuela al recibir comentarios negativos sobre su cuerpo; por lo que empiezan a idear la manera en cómo llegar al cuerpo perfecto.

> Una gran parte de las adolescentes que sufre de estos trastornos no consulta directamente por ello ya que, en general, la conciencia de enfermedad y motivación para el cambio son escasas, a pesar de que la salud física y psicológica se encuentre severamente amenazada por la enfermedad (López y Treasure, 2011, p.86).

Los trastornos alimenticios son considerados enfermedades de la salud mental que son identificados por familiares, amigos y profesores, son enfermedades que con el tiempo se vuelven crónicas, presentando cambios en la forma alimenticia, realizan ejercicios de forma excesiva, incluso se ven afectadas las relaciones sociales y actividades cotidianas, existen tres tipos de trastornos que afectan de diferente manera a la persona, además de requerir de un diagnóstico, tratamiento médico y psicológico, incluso de la ayuda de un nutriólogo que proporcione a la persona una dieta que le ayude a recuperar un estilo de vida saludable.

Anorexia

Conocida como anorexia nerviosa afecta en los hábitos alimenticios, la persona disminuye sus horas y cantidades de comida con el objetivo de bajar de peso, dicho en otras palabras, disipan el apetito a pesar de tener hambre, estas personas se niegan a probar un solo alimento, también se ha demostrado que las personas con anorexia presentan problemas emocionales como la depresión por querer tener el cuerpo ideal o ser aprobadas por la sociedad quien implementa ideologías sobre el cuerpo perfecto Nuñez et al (1995) describen que la anorexia nerviosa:

> puede ser considerada como la última fase de un continuo cambio que discurre desde un adelgazamiento consciente por razones estéticas, pasando por una etapa de fijación neurótica al peso y a la ingestión de alimentos, hasta una situación caracterizada por una conducta alimentaria incontrolable y una evidente distorsión perceptiva de la imagen corporal. (p.9)

La mayor parte de las personas que presenta anorexia son adolescentes mujeres quienes buscan lucir bien mediante la pérdida de peso García y Murray (2023) revelan que: Presentan un pico incidencia entre los 14-19 años, con predomino en el sexo femenino; sin embargo, se observa un aumento en la frecuencia a edades más tempranas (escolar). (p.520) desde temprana edad las niñas comienzan con la idea de ser perfectas, dañándose física y mentalmente; por lo que vivir en este tipo de situaciones, suelen ser estresantes para ellas.

Bulimia y Trastorno por atracón

Este trastorno es similar a la anorexia con la diferencia de que la persona consume grandes cantidades de comida para que posteriormente se cause el vómito a fin de que no aumentar de peso, es difícil de detectarlo, porque la mayoría de las personas que la padecen, lo llevan en secreto por la vergüenza o el miedo del que dirán de ellos, dicho con palabras de Sierra (2005):

> las características esenciales de la bulimia nerviosa consisten en atracones y en métodos compensatorios inapropiados (vómito provocado, el abuso de fármacos laxantes, diuréticos u otros medicamentos, el ayuno o el ejercicio excesivo) para evitar la ganancia de peso (utilizados en promedio dos veces a la semana durante un período de tres meses) (p.80).

La bulimia puede traer consigo, trastornos mentales como: depresión y ansiedad por la necesidad de querer vomitar para conservar su peso, este trastorno es demasiado peligroso puesto que compromete a gran parte de su cuerpo como el estómago que si no es atendido a tiempo puede llegar hasta la muerte, por otra parte, la Secretaría de Salud (2017) encontró que "En México, cada año se registran cerca de 20 mil casos de anorexia y bulimia, siendo la población de entre 15 y 19 años de edad la más afectada." (párr.1), es necesario que en las escuelas del nivel básico hasta superior, se implementen actividades que hagan conciencia sobre los trastornos que en los adolescentes y jóvenes puede resultar grave para su estabilidad mental, dado que se concentran en tener un buen peso a base de malas prácticas dejando a un lado sus actividades académicas y personales.

El trastorno por atracón a diferencia de los anteriores, se caracteriza por consumir grandes cantidades de comida en poco tiempo, no miden las calorías que van a consumir, pero después de que hayan tenido su episodio de atracón empiezan a tener sentimientos de culpabilidad, las personas que tienen este tipo de trastorno suelen tener sobrepeso u obesidad. "El trastorno por atracón es reconocido formalmente en el DSM-5 como trastorno de la conducta alimentaria y de ingestión de alimentos, siendo considerado el más frecuente en población obesa, e incrementando su presencia rápidamente frente al resto en población general" (Cuadro y Baile, 2015, p.97).

Las personas que padecen este tipo de trastorno no tienen control en sus hábitos alimenticios ya que no se sienten llenos después de haber consumido, la Secretaría de Salud (2016) revela que "Se estima que por cada dos hombres que presentan este trastorno hay tres mujeres que también lo padecen, en un promedio mayor de 30 años y con mayor frecuencia, entre el 25 y 30 por ciento de la población con obesidad o sobrepeso." (párr.3) requiere de ayuda médica y psicológica para disminuir los síntomas de atracón.

La salud mental en los universitarios es importante para tener buen rendimiento académico, pero a lo largo de su trayecto académico presentan situaciones que van afectando la salud mental siendo así el estrés académico; porque se encuentran bajo presión por querer cumplir con sus actividades académicas, personales incluso laborales, además de que las estudiantes mujeres presentan trastornos alimenticios haciendo que la salud mental se dañe; es por eso que, es necesario que en las instituciones se implementen actividades que hagan conciencia del cuidado de la salud mental en relación con los problemas que puedan afectar y los trastornos alimenticios para que durante la carrera cuenta con buena estabilidad mental.

METODOLOGÍA

El trabajo realizado es de tipo descriptivo interpretativo, lo cual conllevó en la primera etapa, a la búsqueda y selección de información sobre antecedentes y fundamentos sobre la salud mental y estrés académico, en un segundo momento el trabajo de campo que consistió en la aplicación de encuesta, en un tercer momento, la descripción y análisis de la información.

El instrumento fue el cuestionario y como técnica se aplicó una encuesta, constituida por 67 ítems, dividido en cuatro dimensiones; emociones, adicciones, trastornos alimenticios y estrés. La encuesta fue aplicada a través del Formulario Google Forms y para el análisis de datos se realizó mediante el SPSS Statistics versión 21.

Los sujetos de la investigación fueron 235 estudiantes de la licenciatura en Pedagogía y Tecnologías de la información aplicadas a la Educación (TICAE) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), ubicada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

En cuanto a la diversidad de edades, observamos un rango significativo, desde un mínimo de 17 años hasta un máximo de 56 años. Este amplio espectro refleja la heterogeneidad presente en la población estudiantil de la facultad. La edad promedio de los estudiantes se sitúa en 23.3 años.

Los resultados de la fiabilidad de los ítems para las diferentes categorías de análisis relacionadas con el estrés y la salud mental en estudiantes de Pedagogía y TICAE, se presentan de la siguiente manera:

La categoría de análisis "Emociones" muestra una alta fiabilidad con un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.94. Este resultado indica una consistencia interna sustancial entre los ítems relacionados con las emociones en la medición.

La categoría de análisis "Trastornos Alimenticios" exhibe una fiabilidad excepcionalmente alta, con un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.96. Esto sugiere una consistencia interna fuerte y confiable en la medición de los ítems asociados con trastornos alimenticios.

La categoría de análisis "Estrés" y “Salud mental” presentan una alta fiabilidad, con un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.94. Esto indica una consistencia interna robusta entre los ítems relacionados con el estrés en la evaluación.

Los resultados sugieren que los ítems relacionados con emociones, trastornos alimenticios y estrés en la evaluación demuestran una consistencia interna robusta y confiable.

La fiabilidad excepcionalmente alta en la categoría de "Trastornos Alimenticios" sugiere que los ítems asociados a esta dimensión son particularmente coherentes entre sí en la medición. Estos hallazgos respaldan la validez interna de la herramienta de medición utilizada para evaluar el estrés y la salud mental en los estudiantes de Pedagogía y TICAE.

RESULTADOS

El estudio analizó el impacto del estrés académico, las emociones, los trastornos alimenticios y la salud mental en estudiantes universitarios, considerando las diferencias por edad, género y semestre. Con una muestra de 235 participantes, mayoritariamente hombres (67.7 %) y una edad promedio de 23.3 años, el análisis proporcionó un panorama detallado sobre las dinámicas emocionales y de salud que enfrentan los jóvenes en entornos académicos.

Este análisis proporciona una visión integral de cómo la percepción del estrés académico varía a lo largo de diferentes grupos de edad, lo cual es crucial para comprender las dinámicas del estrés académico en la población estudiantil.

En relación con el estrés académico según sexo en primer lugar, la distribución general de la muestra indica una mayor presencia de participantes masculinos, constituyendo el 67.7 %, en comparación con el 32.3 % de participantes femeninas.

Entre los participantes masculinos, el 20.8 % experimenta niveles bajos de estrés, mientras que el 27.7 % reporta niveles moderados, el 23.9 % niveles altos, y otro 27.7 % experimenta niveles muy altos de estrés. En cambio, entre las participantes femeninas, el 38.2 % informa niveles bajos de estrés, el 19.7 % niveles moderados, el 25.0 % niveles altos, y el 17.1 % experimenta niveles muy altos.

Estos resultados indican que, en general, las mujeres tienden a experimentar niveles más bajos de estrés en comparación con los hombres. Las mujeres tienen una proporción significativamente mayor en la categoría de "Bajo Estrés" y una proporción menor en las categorías de "Moderado" y "Muy Alto Estrés" en comparación con los hombres.

Estas diferencias de género en la percepción del estrés son notables y sugieren que el impacto del estrés puede variar entre hombres y mujeres en la población estudiada. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar el género al desarrollar estrategias y programas de intervención que aborden el estrés y promuevan el bienestar psicológico, teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada grupo. Estos resultados también proporcionan una base valiosa para futuras investigaciones que exploren las causas subyacentes de estas diferencias y su relevancia en contextos específicos.

El análisis del estrés académico por semestre revela variaciones significativas a lo largo de la trayectoria universitaria, con diferencias notables en la prevalencia de los niveles de estrés.

En el primer semestre, el estrés moderado y bajo destacan como las categorías predominantes, ambas con un 34 % de estudiantes, mientras que los niveles alto y muy alto tienen una menor incidencia (18 % y 14 %, respectivamente). Esto indica una fase inicial en la que la adaptación es desafiante pero manejable.

Sin embargo, en el segundo semestre, se produce un cambio notable: el estrés muy alto se convierte en la categoría más prevalente con un 33.3 %, seguido del estrés moderado (27.3 %). Este incremento en el estrés puede atribuirse a la adaptación a las exigencias académicas y el ajuste al entorno universitario.

En el tercer semestre, se observa nuevamente una prevalencia del estrés moderado (28.6 %), aunque el estrés muy alto sigue siendo considerable (31 %), mostrando que las exigencias se mantienen constantes.

El cuarto semestre destaca por la prevalencia del estrés alto (37.5 %), mientras que el estrés bajo y moderado comparten un porcentaje igual (25 %), lo que sugiere un incremento notable en la presión académica.

El quinto semestre refleja una distribución más equitativa entre todas las categorías, con niveles moderado y muy alto alcanzando el 22.2 % y 31.1 %, respectivamente, lo que evidencia un equilibrio fluctuante entre la carga académica y la adaptación.

En el sexto semestre, el estrés alto alcanza un pico significativo (80 %), lo que lo convierte en el semestre más crítico en términos de presión académica.

El séptimo semestre presenta una distribución donde el estrés moderado (30.4 %) y alto (34.8 %) son dominantes, mientras que el estrés muy alto sigue siendo notable (26.1 %), indicando una fase avanzada pero aún intensa en cuanto a carga académica.

Finalmente, en el octavo semestre, el estrés moderado (31 %) y alto (34.5 %) siguen siendo las categorías predominantes, con un equilibrio notable en comparación con otros semestres.

En esta categoría, el estrés moderado es la condición más común a lo largo de todos los semestres, representando el 26.4 % del total. Sin embargo, los picos de estrés alto y muy alto en semestres específicos, como el segundo y el sexto, resaltan la necesidad de intervenciones específicas en esos periodos críticos para mitigar el impacto del estrés en la salud mental y el rendimiento académico de los estudiantes.

Emociones

Las emociones son respuestas psicofisiológicas complejas a estímulos que tienen un componente subjetivo y una expresión objetiva. Son experiencias subjetivas que surgen en respuesta a estímulos internos o externos y suelen ir acompañadas de cambios fisiológicos, expresiones faciales, respuestas conductuales y patrones cognitivos específicos.

Las emociones también pueden ser complejas y variadas, combinando aspectos de las emociones básicas. Por ejemplo, la envidia puede ser una combinación de tristeza y disgusto, y el amor puede implicar alegría, afecto y otros componentes emocionales.

Los resultados presentados ofrecen un panorama integral sobre el bienestar emocional de los estudiantes universitarios según diversos factores como edad, sexo y semestre académico, utilizando la Escala de Emociones para Estudiantes Universitarios. A través de esta evaluación, se identifican patrones significativos y diferencias destacadas en las respuestas emocionales de los participantes.

Emociones según grupo de edad

Los estudiantes del grupo de 17 a 21 años, con una participación del 55.7 %, representan la mayoría en este estudio. Este grupo muestra una distribución equitativa entre las diferentes escalas emocionales, destacándose la categoría "Muy Alto" con un 59 %. Este dato sugiere que los estudiantes más jóvenes experimentan niveles elevados de emociones intensas, como estrés y frustración, lo cual podría estar relacionado con la transición a la vida universitaria y la presión académica.

En cambio, el grupo de 22 a 26 años presenta una ligera inclinación hacia la escala "Alto", con un 34.4 %, lo que indica una estabilidad relativa, aunque todavía con un nivel considerable de estrés. A medida que los estudiantes avanzan en edad, la cantidad de participantes disminuye progresivamente. En el grupo de 27 a 31 años, se observa que la escala "Moderado" predomina con un 8.3 %, reflejando un manejo más equilibrado de las emociones, probablemente por la madurez adquirida.

Los grupos de mayor edad, como los de 32 a 36 años y superiores, muestran una tendencia a niveles emocionales más bajos o moderados, siendo "Bajo" y "Moderado" las categorías más comunes. Esto podría sugerir que los estudiantes mayores tienen mejores estrategias para afrontar las exigencias académicas o enfrentan diferentes desafíos emocionales.

Emociones según sexo

El análisis por sexo revela diferencias notables. En los hombres, la categoría "Moderado" es la más frecuente, alcanzando un 34 %, seguida de "Alto" con un 27 %. Esto indica que los hombres tienden a experimentar emociones menos extremas y más estables.

Por otro lado, entre las mujeres, la escala "Muy Alto" predomina con un 27.6 %, seguida de "Alto" con un 23.7 %. Este dato sugiere que las mujeres tienden a experimentar emociones más intensas, lo que podría estar relacionado con factores sociales, académicos o personales que las exponen a niveles más elevados de estrés y ansiedad.

En conjunto, la escala "Moderado" es la más prevalente entre ambos sexos, representando un 30.6 %, aunque la tendencia de las mujeres hacia niveles emocionales más altos destaca una disparidad significativa que merece atención.

Emociones según semestre académico

La distribución emocional varía considerablemente a lo largo de los semestres académicos. En el primer semestre, la escala "Moderado" es la más común, con un 34 % de las respuestas, lo que sugiere una etapa de adaptación inicial con niveles emocionales relativamente manejables. En el segundo semestre, la escala "Alto" crece significativamente hasta el 30.3 %, indicando un aumento en la presión académica.

Para el quinto semestre, la categoría "Alto" sigue siendo predominante con un 33.3 %, reflejando la carga acumulada y el aumento de las responsabilidades académicas. En el sexto semestre, aunque con una menor participación, la mayoría se encuentra en la escala "Moderado" (60 %), lo que podría señalar una ligera estabilidad antes de los semestres finales.

Los semestres séptimo y octavo muestran un aumento considerable en la escala "Muy Alto", con un 39.1 % y 20.7 % respectivamente, evidenciando que la recta final de la carrera conlleva mayores niveles de estrés y presión, posiblemente debido a la culminación de la licenciatura, presentación de tesis y el acercamiento a la graduación.

Los resultados reflejan una variabilidad emocional significativa entre diferentes grupos de edad, sexo y semestres, sin una tendencia clara de evolución predecible. Esto subraya la importancia de monitorear y apoyar el bienestar emocional a lo largo de la vida académica, ya que las emociones no siguen un patrón uniforme, sino que fluctúan en función de diversos factores contextuales y personales.

Trastornos alimenticios

Los trastornos alimenticios son condiciones que afectan la relación de una persona con la comida y su cuerpo entre los más significativos, anorexia nerviosa, bulimia y trastornos por atracones.

Distribución por grupos de edad

En jóvenes de 17 a 21 años, se destacan los niveles: moderado (26.0 %) y alto (29.8 %) de trastornos alimenticios, mientras que los niveles bajo y muy alto tienen menor prevalencia. En el rango de 22 a 26 años, predomina el nivel moderado (32.8 %), seguido del nivel bajo (31.3 %). A partir de los 27 años, se observa una mayor prevalencia del nivel bajo, alcanzando su punto máximo en los grupos de 27 a 31 años (57.1 %) y 42 a 46 años (57.1 %). En adultos mayores, el nivel muy alto se vuelve significativo, especialmente en el grupo de 47 a 51 años (50.0 %) y el único caso de 52 a 56 años.

Relación con el sexo

En hombres, el nivel alto (25.2 %) y moderado (24.5 %) son los más comunes, con un porcentaje más equilibrado entre todas las categorías. En mujeres, el nivel

moderado (30.3 %) y bajo (31.6 %) dominan, mientras que el nivel muy alto es menos prevalente (11.8 %). En general, el nivel moderado es el más representativo en ambos géneros (28.1 %).

Relación con los semestres académicos

En los primeros semestres, el trastorno alimenticio moderado y bajo tienen mayor prevalencia. Sin embargo, hacia los últimos semestres (séptimo y octavo), el nivel muy alto gana relevancia, alcanzando el 39.1 % en el séptimo semestre. Esta progresión sugiere un cambio en los patrones a medida que avanza la formación académica.

Los trastornos alimenticios moderado s son los más comunes en todas las variables analizadas, representando el 28.1 % del total, mientras que los niveles bajo y alto también tienen una presencia significativa. Existe una notable variabilidad entre grupos de edad, sexo y semestres, reflejando diferencias en los factores asociados a estas categorías.

Salud mental

La salud mental engloba un espectro amplio que incluye la gestión de emociones, la prevención y tratamiento de trastornos mentales, así como la promoción de relaciones saludables y un sentido de bienestar general. Al reconocer la interconexión entre emociones, trastornos alimenticios y la salud mental en su conjunto, se puede trabajar hacia un enfoque integral que promueva una vida plena y equilibrada.

Relación con los grupos de edad

En jóvenes de 17 a 26 años, la categoría de salud mental Alta es la más común, con porcentajes cercanos al 28 %, acompañada de una distribución equilibrada entre las demás categorías. En adultos de 27 a 41 años, predomina la salud mental Baja y Moderada, especialmente en los grupos de 27 a 31 años (57.1 % en Baja) y 37 a 41 años (44.4 % en Moderada). En los grupos mayores (42 años en adelante), las categorías Baja, Moderada y Muy Alta tienen una representación similar, excepto en el grupo de 52 a 56 años, donde solo se observa la categoría Alta.

Relación con el sexo

En hombres, la salud mental Alta lidera con un 27.4 %, mientras que en mujeres predomina la categoría Baja (30.3 %). Los niveles Moderada y Muy Alta presentan distribuciones cercanas en ambos géneros, con una ligera preferencia por el nivel Muy Alta en hombres (26.8 %) frente a mujeres (18.4 %).

Relación con el semestre académico

En los primeros semestres, la salud mental Moderada es predominante (32.7 % en el primer semestre), pero la categoría Alta se torna más relevante en el segundo semestre (28.1 %). Hacia los últimos semestres, las categorías Muy Alta y Baja adquieren mayor peso, alcanzando el 47.8 % y 30.4 %, respectivamente, en el séptimo semestre. En el octavo semestre, las categorías Moderada (34.5 %) y Alta (27.6 %) lideran.

La salud mental presenta una distribución relativamente equitativa entre las categorías Baja, Moderada, Alta y Muy Alta, aunque varía según el grupo de edad, sexo y semestre académico. Los niveles Moderada y Alta son los más frecuentes en general, mientras que el nivel Muy Alta se intensifica hacia etapas más avanzadas tanto en edad como en la trayectoria académica.

Estrés y salud mental

En el ámbito escolar universitario, la correlación entre el estrés y la salud mental se manifiesta de manera destacada. Los estudiantes universitarios a menudo enfrentan desafíos académicos, sociales y personales que pueden generar altos niveles de estrés. La presión de cumplir con expectativas académicas, los plazos de entrega, la competencia entre compañeros y la adaptación a un entorno nuevo y exigente pueden contribuir significativamente al estrés.

Esta presión constante puede tener repercusiones en la salud mental de los estudiantes universitarios. La relación entre el estrés y la salud mental se refleja en un mayor riesgo de trastornos como la ansiedad y la depresión, así como en la exacerbación de problemas preexistentes. Además, el estrés académico puede afectar la calidad del sueño, la concentración y la toma de decisiones, impactando negativamente en el rendimiento académico y en la calidad de vida en general.

CORRELACIÓN ENTRE ESTRÉS, EMOCIONES Y SALUD MENTAL

Los resultados del análisis de correlación entre las variables "Escala Emociones", "Escala Estrés" y "Escala Trastornos Digestivos" en una muestra de 235 individuos, utilizando el coeficiente de correlación de Spearman.

La correlación entre "Escala Emociones" y "Escala de Estrés" reveló un coeficiente de correlación bajo (0.003), sin significancia estadística ($p = 0.962$). En otras palabras, no se encontró una relación lineal apreciable entre estas dos variables en la muestra analizada.

En el sexto semestre, la categoría de salud mental Moderada es más prevalente (40.0 %), seguida por la categoría Baja (20.0 %), Alta (20.0 %), y Muy Alta (20.0 %).

En el séptimo semestre, la categoría de salud mental Muy Alta es la más común (47.8 %), seguida por la categoría Baja (30.4 %), Moderada (4.3 %), y Alta (17.4 %).

En el octavo semestre, las categorías de salud mental Moderada (34.5 %) y Alta (27.6 %) son las más prevalentes, seguidas por la categoría Baja (13.8 %) y Muy Alta (24.1 %).

En términos generales, la distribución de la escala de salud mental muestra variabilidad entre los diferentes semestres. La categoría de salud mental moderada es la más común, representando el 24.0 % del total de estudiantes. La distribución general de la salud mental entre las cuatro categorías es relativamente equitativa.

Estrés y salud mental

En el ámbito escolar universitario, la correlación entre el estrés y la salud mental se manifiesta de manera destacada. Los estudiantes universitarios a menudo enfrentan desafíos académicos, sociales y personales que pueden generar altos niveles de estrés. La presión de cumplir con expectativas académicas, los plazos de entrega, la competencia entre compañeros y la adaptación a un entorno nuevo y exigente pueden contribuir significativamente al estrés.

Esta presión constante puede tener repercusiones en la salud mental de los estudiantes universitarios. La relación entre el estrés y la salud mental se refleja en un mayor riesgo de trastornos como la ansiedad y la depresión, así como en la exacerbación de problemas preexistentes. Además, el estrés académico puede afectar la calidad del sueño, la concentración y la toma de decisiones, impactando negativamente en el rendimiento académico y en la calidad de vida en general.

CONCLUSIONES

La edad promedio de los estudiantes es de 23.3 años, con una dispersión moderada esto indica una variedad en las edades, lo cual puede influir en las diferencias en la experiencia de estrés y salud mental. La mayoría son hombres (67.7 %), con una diferencia notable frente a las mujeres de (32.3 %).

En relación con el estrés académico: los niveles de estrés moderado y alto son predominantes en casi todos los grupos de edad y semestres. En los primeros semestres, el estrés moderado es más común, mientras que los niveles altos y muy altos son más frecuentes en semestres avanzados, particularmente en el séptimo y octavo.

En función en trastornos alimenticios: los niveles moderados y bajos son los más comunes en la mayoría de los grupos, pero en los semestres avanzados, los niveles "muy altos" son más frecuentes. De igual manera se observan patrones similares en hombres y mujeres, aunque las mujeres reportan mayor prevalencia en niveles moderados y bajos.

En función a la salud mental: existe una distribución relativamente equitativa entre las categorías baja, moderada, alta y muy alta. Las mujeres tienden a reportar salud mental más baja que los hombres, lo que puede correlacionarse con sus niveles emocionales reportados.

Sin embargo, no se detectó una correlación significativa entre estas variables (Rho Spearman = 0.003), lo que sugiere que los niveles emocionales de los estudiantes no necesariamente se traducen en niveles de estrés, de igual manera el estrés y trastornos digestivos la correlación no fue significativa indicando que el estrés académico no impacta directamente en síntomas digestivos en esta muestra.

Los resultados predominan la importancia de intervenciones específicas basadas en género, semestre y grupo etario. Estrategias como programas de bienestar emocional, talleres sobre manejo del estrés y apoyo psicológico pueden ser clave para abordar las necesidades específicas de los estudiantes en distintos momentos de su vida académica.

REFERENCIAS

Carreón, G.C., De los Reyes, N.L., Loredo, L.L., & Vázquez, T.M. (2023). Estrés académico y problemas de salud mental en estudiantes de enfermería durante la pandemia de COVID-19. *Revistas UNISION*, 1-20. https://www.scielo.org.mx/pdf/sanus/v9/2448-6094-sanus-9-e399.pdf

Calixto-González (2019). Neuroquímica del estrés. Congreso Estudiantil de Medicina de la Universidad de Sonora: *Neurociencias*. Octubre 2019.

Cortés-Ibañez, L., Salas-Morales, V., & Rodríguez-Acosta, L. (2019). El apoyo social como factor protector de la salud mental en estudiantes universitarios. *Revista Mexicana de Investigación Educativa, 24*(81), 125-147.

Cuamba, O.N., & Zazueta, S.N. (2020). Salud mental, habilidades de afrontamiento y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *PSICUMEX, 10*(2), 71-94. https://www.scielo.org.mx/pdf/psicu/v10n2/2007-5936-psicu-10-2-71.pdf

Cuadro, E., & Baile, J.I., (2015). El trastorno por atracón: análisis y tratamientos. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios, 6*(2), 97-107. https://www.redalyc.org/pdf/4257/425743626004.pdf

Cuenca, R.N., Robladillo, B.L., Meneses, L.R., & Suyo, V.J. (2020). Salud mental en adolescentes universitarios Latinoamericanos: Revisión sistemática. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 39*(6), 689-695. https://www.redalyc.org/journal/559/55965387003/html/

Cruz-Gómez, J. A., Alonso-García, S., Fernández-Montalvo, J., & Pérez-García, M. (2020). Resiliencia, satisfacción con la vida y salud mental en estudiantes universitarios en México. *Revista de Psicología y Educación, 15*(1), 39-46.

Flores, J.J. (s.f). Exigencia académica en el aula universitaria. *Un Ensayo sobre Rigor y Exigencia en Universidades Mexicanas*, 1-23. https://hablandoderecho.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/02/exigencia-academica-en-el-aula-universitaria.pdf

Fundación UNAM. (20 de agosto de 2019). *¿Qué factores afectan la salud mental?* https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/que-factores-afectan-la-salud-mental/#:~:text=La%20inseguridad%2C%20desesperanza%2C%20r%C3%A1pido%20cambio,los%20elementos%20que%20la%20afectan.

García, M.A., & García, L.J. (2017). Una experiencia de medición de la carga de trabajo percibida por los estudiantes para facilitar la coordinación horizontal. *Revista de docencia universitaria, 15*(1), 81(104). https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/5987/7951

García, V.C., & Murray, H.M. (2023). Alteraciones del comportamiento alimentario: anorexia, bulimia, atracones. *Asociación Española de Pediatría*, 1, 519-534. https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/42_alter_anorexia.pdf

Gil, Marta. (2016). *La Noción de Evaluación Eudaimonista en la Teoría Cognitiva de las Emociones de Martha Nussbaum*. https://doi.org/10.1590/S0101-31732016000300011.

Huaquín, M.V., & Loaíza, H.R. (2004). Exigencias académicas y estrés en las carreras de la facultad de medicina de la Universidad Austral de Chile. *Estudios pedagógicos, 30*, 39-59. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052004000100003#:~:text=Las%20exigencias%20acad%C3%A9micas%20se%20comportan,analog%C3%ADa%20%22relajaci%C3%B3n%20versus%20tensi%C3%B3n%22.

Londoño, J., Vernaza, P.P., Dueñas, C.R., Niño, C.V., & Rivera, A. (2024). Estrés académico en estudiantes universitarios: la epidemia silenciosa en una facultad de ciencias de la salud. *Salud UIS, 56*. https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/13656/13407

López, C.C., & Treasure, J. (2011). Trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes: descripción y manejo. *Revista Médica Clínica de los Condes,* 22(1), 85-97. https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-pdf-S0716864011703960

Maturana, H.A., & Vargas, S.A. (2015). El estrés escolar. *Revista Médica Clínica de los Condes,* 26(1), 34-41. https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-pdf-S0716864015000073

Miranda, H.G. (2018). ¿De qué # hablamos cuando hablamos de salud mental? *Utopía y Praxis Latinoamericana, 23* (83), 86-95. https://www.redalyc.org/journal/279/27957772009/27957772009.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. *Ley 1616 de 2013. 21 de enero de 2013* (Colombia). https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/ley-1616-del-21-de-enero-2013.pdf

Mora, V.A. (2004). La evaluación educativa: Concepto, períodos y modelos. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 4*(2). 1-28. https://www.redalyc.org/pdf/447/44740211.pdf

Núñez, O.C., Moreiras., & Carbajal. A. (1995). Algunos aspectos nutricionales de la anorexia nerviosa. En Núñez, O.C., Moreiras., Carbajal. A., Varela, P., Marcos, A., Santacruz, I., & Morandé, G. (Ed.), Anorexia nerviosa y nutrición (pp. 9-31). *Fundación española de nutrición.* https://fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/19-Anorexia.pdf

Organización Mundial de la Salud. (8 de junio de 2022). *Trastornos mentales.* https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders

Organización Mundial de la Salud. (17 de junio de 2022). *Salud mental: fortalecer nuestra respuesta.* https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response

Organización Panamericana de la Salud. (8 de octubre de 2020). "No hay salud sin salud mental". https://www.paho.org/es/noticias/8-10-2020-no-hay-salud-sin-salud-mental

Osorio, E.J., Weisstaub, N.G., & Castillo, D.C. (2002). Desarrollo de la conducta alimentaria en la infancia y sus alteraciones, *Revista chilena de nutrición, 29*(3). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-751820020003

00002#:~:text=La%20conducta%20alimentaria%20se%20define,las%20cantidades%20ingeridas%20de%20ellos

Pérez, R.M. (2006). *Los exámenes*. Colección Galatea. Universidad Autónoma De La Ciudad De México. https://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2015/11/examenes.pdf

Sarubbi De Rearte, E., & Castaldo, R.I. (2013). *Factores causales del estrés en los estudiantes universitarios*. V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 291-294. https://www.aacademica.org/000-054/466.pdf

Secretaría de Salud (05 de abril de 2016). *El trastorno por atracón, afecta más a mujeres*. https://www.gob.mx/salud/articulos/el-trastorno-por-atracon-afecta-mas-a-mujeres#:~:text=Se%20estima%20que%20por%20cada,poblaci%C3%B3n%20con%20obesidad%20o%20sobrepeso .

Secretaría de Salud (02 de enero de 2017). *Anorexia un trastorno de conducta alimentaria*. https://www.gob.mx/salud/articulos/29920

Sierra, P.M. (2005). La bulimia nerviosa y sus subtipos. *Diversitas: Perspectivas en Psicología, 1*(1), 79-87. https://www.redalyc.org/pdf/679/67910108.pdf

Tabárez, V. (2016). Trastornos alimentarios, Qué son, cómo tratarlos y prevenirlos. *Cerca: La revista de salud del Casmu*, 16-17. https://casmu.com.uy/wp-content/uploads/2017/09/Trastornos-alimentarios-Que-son-como-tratarlos-y-prevenirlos-2016-04.pdf

Tirado, A.L., Morales, V.J., Vargas, Q.E., & Arce, V.J. (2023). Estrés académico autopercibido y factores relacionados en una escuela privada de odontología en Cartagena, Colombia. *Universidad y Salud, 25*(1), 1-7. http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v25n1/2389-7066-reus-25-01-1C.pdf