

Eco Matemático

Scientific Journal of Mathematics



Use of IA to improve the process of teaching-learning of mathematics in students of Engineering

Uso de IA para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en estudiantes de Ingeniería

Verenice Sánchez-Castillo^{1*} y Guillermo Alfredo Jiménez-Pérez²

¹PhD. Antropología, ve.sanchez@udla.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-3669-3123>, Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia.

²PhD. Educación, guillermo941019@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4430-1871>, Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.

Forma de citar: Sánchez Castillo, V., y Jiménez-Pérez, G. A. (2025). Uso de IA para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en estudiantes de Ingeniería. *Eco Matemático*, 16(1), 6-20. <https://doi.org/10.22463/17948231.4658>

Recepción: Junio 04, 2024 - Aprobación: Octubre 18, 2024.

Keywords:

Education in Engineering, Teaching of mathematics, artificial Intelligence, Individual learning, educational Feedback

Abstract: This article analyzes the use of the artificial intelligence (IA) to improve the process of teaching-learning of mathematics in students of Engineering, using a focus of documental revision. The investigation was centered in identifying the main tendencies and current focuses in the application of IA in the mathematical education. Through a critical analysis of the literature, he/she stood out the potential of the IA to personalize the learning, to provide immediate feedback and to improve the educational quality by means of the analysis of data. Also, the challenges and ethical considerations are discussed that accompany the implementation of these technologies in educational contexts, underlining the importance of a careful and equal adoption. This study provides an integral vision of the current state of the investigation in this field, delineating as much the opportunities as the challenges that it faces the education in Engineering when integrating IA in its pedagogic methodologies.

*Autor para correspondencia ve.sanchez@udla.edu.co

<https://doi.org/10.22463/17948231.4658>

Palabras Clave:

Educación en Ingeniería, Enseñanza de matemáticas, Inteligencia artificial, Personalización del aprendizaje, Retroalimentación educativa.

Resumen: Este artículo analiza el uso de la inteligencia artificial (IA) para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en estudiantes de Ingeniería, utilizando un enfoque de revisión documental. La investigación se centró en identificar las principales tendencias y enfoques actuales en la aplicación de IA en la educación matemática. A través de un análisis crítico de la literatura, se destacó el potencial de la IA para personalizar el aprendizaje, proporcionar retroalimentación inmediata y mejorar la calidad educativa mediante el análisis de datos. Además, se discuten los desafíos y consideraciones éticas que acompañan la implementación de estas tecnologías en contextos educativos, subrayando la importancia de una adopción cuidadosa y equitativa. Este estudio proporciona una visión integral del estado actual de la investigación en este campo, delineando tanto las oportunidades como los retos que enfrenta la educación en Ingeniería al integrar IA en sus metodologías pedagógicas.

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta poderosa en el ámbito educativo, particularmente en la enseñanza de matemáticas para estudiantes de Ingeniería (Lepore, 2024). La complejidad inherente de las matemáticas, combinada con la diversidad de habilidades y conocimientos previos de los estudiantes, ha motivado a investigadores y educadores a explorar nuevas metodologías que puedan mejorar los resultados de aprendizaje (Roman-Acosta et al., 2024). En este contexto, la IA ofrece soluciones innovadoras que van desde la personalización del aprendizaje hasta la automatización de procesos de evaluación y retroalimentación (Miranda & Sandoval, 2024; Wei et al., 2024).

Históricamente, la enseñanza de matemáticas en programas de Ingeniería ha enfrentado varios desafíos, entre ellos la falta de personalización y la dificultad para proporcionar retroalimentación oportuna y específica a cada estudiante (Naser, 2023; Khan et al., 2023). Los métodos tradicionales, que tienden a ser homogéneos y centrados en el aula, a menudo no logran abordar las necesidades individuales de los estudiantes, lo que puede llevar a dificultades en el aprendizaje de conceptos complejos (Bressane et al., 2024).

Laplagne & Urnicia (2023) defienden la idea del aprendizaje basado en las TIC con el fin de perfeccionar las habilidades de los estudiantes. Con la evolución de las tecnologías de IA, han surgido nuevas oportunidades para transformar la educación matemática. Estas tecnologías permiten no solo la adaptación dinámica del contenido de acuerdo con las necesidades individuales, sino también la posibilidad de analizar grandes volúmenes de datos educativos para mejorar las estrategias de enseñanza y ofrecer soporte personalizado en tiempo real (Hu, 2023; Nachouki et al., 2023; Lin et al., 2024; Pinto et al., 2024).

Este artículo se centra en analizar cómo la inteligencia artificial puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en estudiantes de Ingeniería, abordando las tendencias actuales y las oportunidades que estas tecnologías presentan para superar los desafíos tradicionales en la educación matemática (Balsano et al., 2023; Bernabei et al., 2023).

Materiales y Métodos

Este artículo se desarrolló mediante un enfoque de revisión documental (Bartra et al., 2024 y Velásquez & Paredes, 2024), centrado en la recopilación y análisis de literatura científica relevante sobre el uso de inteligencia artificial en la enseñanza de matemáticas para estudiantes de Ingeniería (Chiu

et al., 2023; Alfredo et al., 2024; Alnasyan et al., 2024; Bankins et al., 2024; Wang et al., 2024). Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos en bases de datos académicas reconocidas, como Scopus y Web of Science, utilizando palabras clave específicas relacionadas con el tema (Núñez & Espinosa, 2024; Gómez et al., 2024).

En los últimos dos años (2023 y 2024), los estudios sobre la inteligencia artificial y sus usos en el proceso enseñanza-aprendizaje han ido en aumento. Esto se refleja desde las diferentes ciencias y disciplinas, en las cuales se identifican potencialidades de la IA para enseñar y aprender. En este artículo de revisión, se realizó un estudio bibliométrico el cual permitió determinar 487 fuentes a partir del algoritmo de búsqueda: "artificial intelligence" AND "teaching process - learning of mathematics" OR "engineering students". Estas fueron refinadas atendiendo a los años 2023 y 2024, el tipo de artículo (revisión o investigación), el idioma (español o inglés) y que fueran de acceso abierto. La búsqueda se redujo a 50 fuentes que cumplirán estos requisitos y estuvieran publicadas en revistas indexadas en Scopus o Web of Science.

Los artículos seleccionados fueron evaluados en función de su relevancia temática, impacto académico y rigor metodológico. A partir de esta selección, se realizó un análisis crítico que permitió identificar las principales tendencias, enfoques teóricos y metodológicos en la investigación actual (Raudales et al., 2024 y Sánchez et al., 2024). La revisión documental se complementó con un análisis de citas y referencias para mapear las contribuciones más influyentes en el campo y las áreas que requieren mayor investigación con auxilio del software VOSviewer y la plataforma Lens.org. Este enfoque permitió sintetizar el conocimiento existente y proporcionar una base sólida para comprender cómo la inteligencia artificial puede transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas dentro de los programas de Ingeniería.

Resultados y Discusión

La siguiente figura muestra las redes de autores que en los dos últimos años han referido el uso de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de Ingeniería.

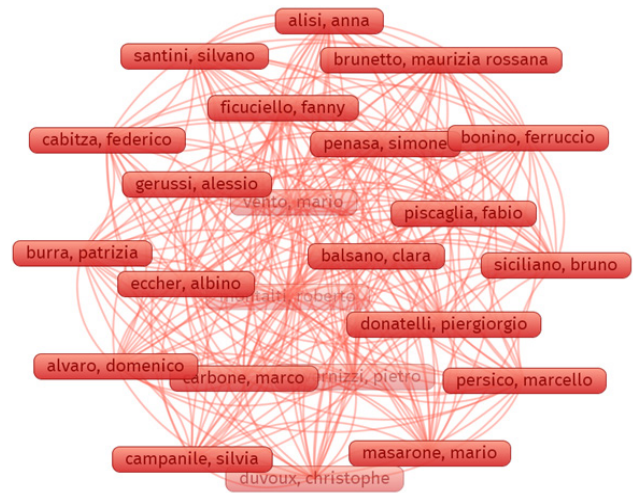


Figura 1.

Autores con mayor número de publicaciones y citas sobre la temática

En el ámbito de la enseñanza de matemáticas para estudiantes de Ingeniería, el uso de la inteligencia artificial (IA) está revelando tendencias importantes que están transformando los métodos tradicionales de aprendizaje. A continuación, se presentan las tres tendencias principales identificadas:

1. **Aprendizaje Adaptativo Personalizado:** Una de las tendencias más destacadas es la implementación de sistemas de aprendizaje adaptativo que utilizan IA para personalizar la experiencia educativa. Estos sistemas analizan el rendimiento y las necesidades individuales de los estudiantes, ajustando automáticamente el contenido y las estrategias de enseñanza para maximizar el aprendizaje. Esta personalización es particularmente útil en matemáticas, donde los estudiantes suelen enfrentarse a dificultades específicas que requieren enfoques individualizados para su resolución.

2. **Mejora en la Identificación de Errores y Retroalimentación:** Otra tendencia relevante es el uso de IA para identificar errores en el trabajo de los estudiantes y proporcionar retroalimentación inmediata y específica. Los sistemas de IA pueden analizar las respuestas de los estudiantes, identificar patrones de errores comunes y ofrecer correcciones

personalizadas, lo que permite un aprendizaje más eficiente y centrado en las áreas de mayor dificultad para cada estudiante.

3. Análisis de Datos Educativos para la Mejora Continua: La integración de la IA en el análisis de datos educativos es una tendencia creciente que permite a los educadores comprender mejor los procesos de aprendizaje de sus estudiantes. A través de la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos, los sistemas de IA pueden identificar tendencias, predecir resultados y sugerir intervenciones pedagógicas que mejoren el rendimiento académico en matemáticas, contribuyendo así a un enfoque de mejora continua en la educación.

Estas tendencias están mostrando un potencial significativo para transformar la enseñanza de las matemáticas en los programas de Ingeniería, haciendo que el aprendizaje sea más eficiente y adaptado a las necesidades de cada estudiante. Sin embargo, también plantean desafíos en términos de implementación y capacitación docente para maximizar los beneficios de estas tecnologías. Estas temáticas han sido abordadas desde la educación superior por autores como Petrescu et al. (2023), Chiu (2024), Lohakan & Seetao (2024) y Xu et al. (2024) quienes se han referido a los retos y desafíos que impone el uso de la IA en el proceso enseñanza aprendizaje en la formación de profesionales.

A continuación, se muestra un gráfico de densidad de palabras clave realizado a través del software VOSviewer. Se puede apreciar como la temática incluye aspectos éticos, humanos, lingüísticos desde la educación superior, las ingenierías, la computación, entre otros aspectos.

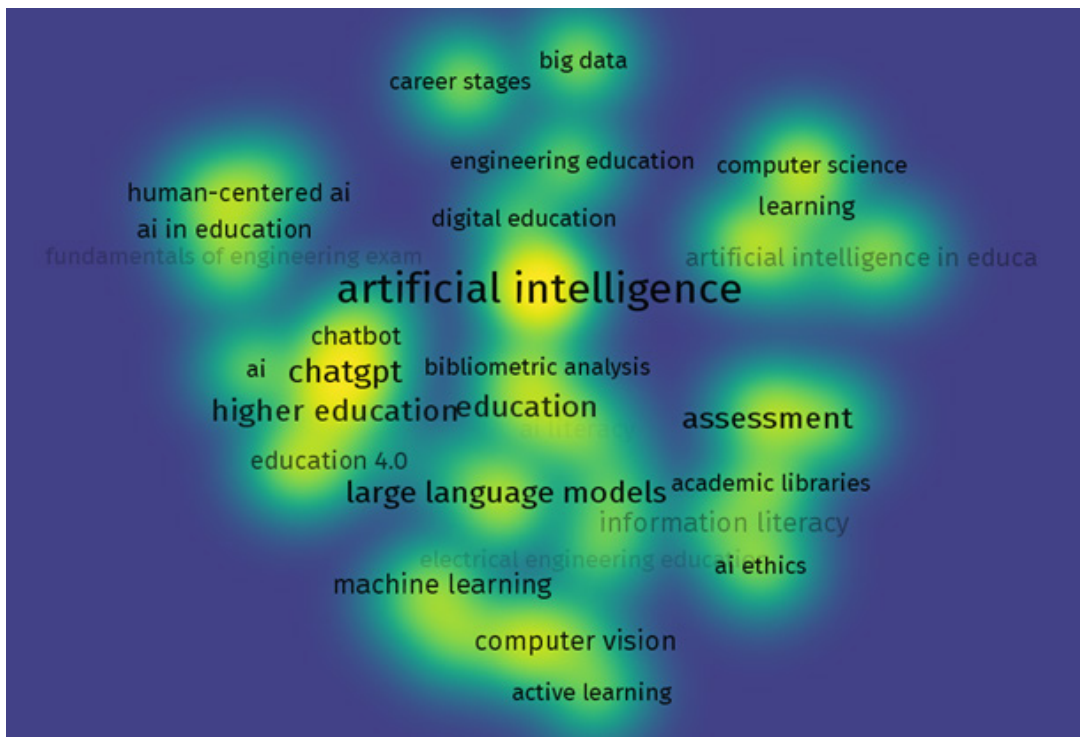


Figura 2. Zonas de la institución con menor cantidad de bienes.

La *tabla 1*, permite establecer la diferencia entre las oportunidades y los desafíos que se enfrentan a partir del uso de la inteligencia artificial en el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

Tabla 1
Desafíos y oportunidades de la inteligencia artificial (IA) como una herramienta en la enseñanza de matemáticas para estudiantes de Ingeniería

Aspecto	Descripción
Oportunidades	
Personalización del Aprendizaje	La IA puede adaptar el contenido y las actividades a las necesidades individuales de cada estudiante, mejorando su comprensión
Tutoría Inteligente	Sistemas de tutoría basados en IA pueden ofrecer apoyo adicional, resolver dudas y proporcionar retroalimentación instantánea
Análisis de Datos	La IA puede analizar el rendimiento de los estudiantes y ofrecer informes detallados para identificar áreas de mejora
Simulaciones y Modelado	Herramientas de IA pueden crear simulaciones matemáticas que permiten a los estudiantes experimentar y aplicar conceptos en situaciones reales
Acceso a Recursos	La IA puede facilitar el acceso a una amplia gama de recursos educativos, desde videos hasta ejercicios interactivos
Desafíos	
Resistencia al Cambio	Algunos educadores y estudiantes pueden ser reacios a adoptar nuevas tecnologías, lo que puede limitar la implementación de la IA
Dependencia de la Tecnología	Existe el riesgo de que los estudiantes se vuelvan demasiado dependientes de las herramientas de IA, afectando su capacidad para resolver problemas de manera independiente
Calidad de los Datos	La efectividad de la IA depende de la calidad de los datos utilizados para entrenarla; datos inexactos pueden llevar a resultados erróneos
Brecha Digital	No todos los estudiantes tienen acceso igual a la tecnología, lo que puede crear disparidades en el aprendizaje
Ética y Privacidad	El uso de IA plantea preguntas sobre la privacidad de los datos de los estudiantes y la ética en su aplicación

Según la búsqueda realizada a través de la plataforma Lens.org, siguiendo el mismo algoritmo ("artificial intelligence" AND "teaching process - learning of mathematics" OR "engineering students") y refinando la selección de las fuentes a los años 2023 y 2024, artículos de revisión o investigación; se identificaron 205172 publicaciones.

La *figura 3* muestra los insuficientes estudios de revisión que abordan la temática, por el contrario, destacan con creces, los artículos de investigación.

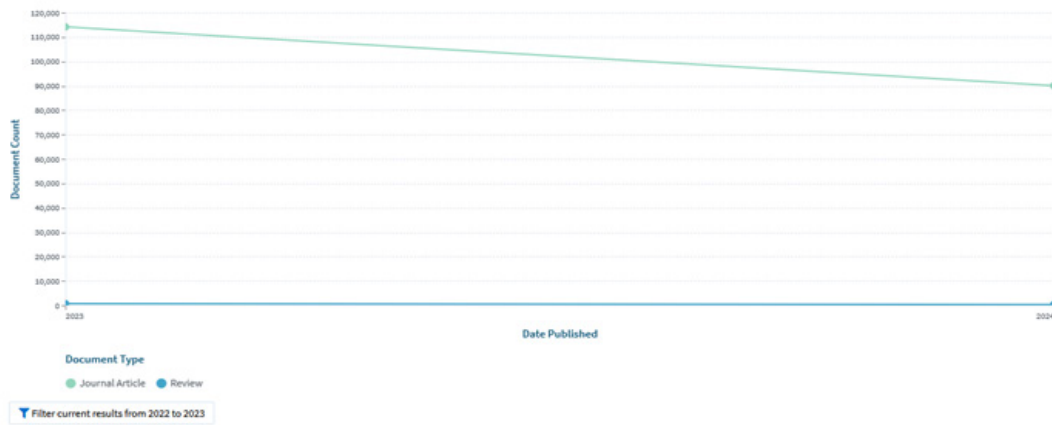


Figura 3: Artículos publicados en 2023 y 2024

Destacan por cantidad de publicaciones, instituciones de China (54729) y Estados Unidos (23066), tal y como lo muestran las figuras 4 y 5.

1,280 Beihang University	3,637 Chinese Academy of Sciences	1,314 Harbin Institute of Technology	1,403 Harvard University	1,745 Huazhong University of Science and Technology
1,383 Northwestern Polytechnical University	1,499 Peking University	1,823 Shanghai Jiao Tong University	1,248 Sichuan University	1,331 Sun Yat-sen University
1,870 Tsinghua University	1,676 University of Chinese Academy of Sciences	1,254 University of Electronic Science and Technology of China	1,224 Wuhan University	2,016 Zhejiang University

Figura 4: Cantidad de publicaciones por instituciones



Figura 5: Cantidad de publicaciones por países

Varias son las ciencias y disciplinas que abordan el uso de la IA como herramienta para perfeccionar, adecuar, contextualizar el proceso enseñanza aprendizaje a las competencias de los estudiantes, las habilidades de los docentes y los retos que impone el empleo de las TIC en la educación (Gonzales Tito et al., 2023). En este sentido, a través de la revisión realizada, se determinaron como áreas fundamentales en los dos últimos años a las ciencias médicas (Daza et al., 2023; Bingley et al., 2023; Ng et al., 2023; Carter & Shea, 2024), las naturales y exactas (Caccavale et al., 2023; Ravi, 2023; Scholes et al., 2023; Tabuenca et al., 2023; Wainwright et al., 2023; Xiao et al., 2023; Caccavale et al., 2024; Galindo, 2024) y las sociales (Yang et al., 2023; Ray, 2024; Rocha et al., 2024; Rufai et al., 2024) respectivamente; aunque la IA trasciende a todas las áreas del conocimiento en la actualidad (Ahaidous, et al., 2023; Márquez et al., 2023; Liu, 2024; Mosquera et al., 2024; Pérez Gamboa & Díaz-Guerra, 2023).

Los campos de estudio que abordan el uso de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de ingenierías son muy diversos. Destacan del total las ciencias de la computación con el 14 % (156710 publicaciones), la propia inteligencia artificial con 10 % (113421), las matemáticas con 4.6 % (51607) y las ingenierías con 4.1 % (45971), el resto de los campos de estudio no superan el 3.6 % para un total aproximado de 41000 fuentes cada uno (*Figura 6*).



Figura 6: Campos de estudios

La introducción de modelos de enseñanza matemática basados en inteligencia artificial (IA) representa un avance significativo en la educación, especialmente en el ámbito de la Ingeniería. Estos modelos no solo tienen el potencial de mejorar el aprendizaje de los estudiantes, sino que también pueden transformar la manera en que se enseña y se entiende la matemática, una disciplina que históricamente ha sido un desafío tanto para estudiantes como para educadores.

Una de las principales razones para adoptar la IA en la enseñanza de matemáticas es su capacidad para personalizar el aprendizaje (Cardeño et al., 2023). A diferencia de los métodos tradicionales que suelen ofrecer una enseñanza uniforme para todos los estudiantes, la IA permite adaptar el contenido y el ritmo de enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante. Esta personalización es crucial en matemáticas,

donde los estudiantes pueden tener diferentes niveles de comprensión y habilidades. La IA puede identificar las áreas en las que un estudiante tiene dificultades y ajustar las lecciones en consecuencia, proporcionando recursos adicionales o modificando la metodología de enseñanza para abordar esas necesidades específicas.

Además, los modelos de IA son capaces de proporcionar retroalimentación inmediata y específica. En el aprendizaje de matemáticas, es fundamental que los estudiantes comprendan sus errores y reciban orientación sobre cómo corregirlos lo antes posible. La retroalimentación inmediata permite que los estudiantes ajusten su comprensión y mejoren su desempeño de manera continua. Las herramientas de IA pueden analizar las respuestas de los estudiantes en tiempo real, identificar patrones de errores comunes y ofrecer sugerencias personalizadas para mejorar, lo que es difícil de lograr en un entorno de enseñanza tradicional donde la retroalimentación puede retrasarse.

Otra ventaja significativa de la introducción de modelos de enseñanza basados en IA es la capacidad de analizar grandes volúmenes de datos educativos. Estos datos pueden ser utilizados para identificar tendencias en el aprendizaje, predecir resultados académicos y diseñar intervenciones pedagógicas más efectivas. Por ejemplo, mediante el análisis de datos de rendimiento, la IA puede ayudar a los educadores a identificar qué estrategias de enseñanza son más efectivas para diferentes grupos de estudiantes y ajustar el currículo en consecuencia. Esto no solo mejora la calidad de la enseñanza, sino que también permite un enfoque de mejora continua que es esencial para enfrentar los desafíos educativos de manera efectiva.

Sin embargo, la adopción de IA en la enseñanza de matemáticas también presenta desafíos que deben ser considerados. A juicio de López (2023) la integración de estas tecnologías requiere no solo una inversión en infraestructura tecnológica,

sino también en la capacitación de docentes para que puedan utilizar estas herramientas de manera efectiva. Además, es crucial abordar las preocupaciones éticas relacionadas con el uso de datos de estudiantes y asegurar que la IA se utilice de manera justa y equitativa para todos los estudiantes.

En resumen, la introducción de modelos de enseñanza matemática basados en inteligencia artificial ofrece numerosas ventajas que pueden transformar radicalmente la educación en Ingeniería. La personalización del aprendizaje, la retroalimentación inmediata y el análisis de datos educativos son solo algunas de las maneras en que la IA puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, haciéndolo más eficiente, efectivo y centrado en las necesidades de los estudiantes. No obstante, su implementación debe ser cuidadosa y acompañada de un marco ético sólido para maximizar sus beneficios y minimizar los riesgos (Abichandani et al., 2023; Benvenuti et al., 2023; Carroll & Borycz, 2024).

La *figura 7* permite resumir lo tratado hasta el momento a partir de la revisión bibliográfica. Se resaltan aspectos positivos en el uso de la IA en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, aunque existen retos y desafíos sobre todo en función de la ética, el uso adecuado de las herramientas de la IA y la alfabetización para su empleo.



Figura 7:
La IA en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas

El uso de la IA en la enseñanza de matemáticas para estudiantes de Ingeniería se distingue por (Knoth et al., 2024):

1. Optimización del Aprendizaje Personalizado: La integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de matemáticas para estudiantes de Ingeniería ha demostrado ser altamente efectiva para personalizar el aprendizaje. Los modelos de IA permiten adaptar el contenido y la metodología de enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante, mejorando significativamente la comprensión y el rendimiento académico en comparación con los métodos tradicionales (Guerra et al., 2023).

2. Mejora Continua a través del Análisis de Datos: El uso de IA en la educación matemática facilita el análisis de grandes volúmenes de datos educativos, lo que permite a los educadores identificar tendencias, predecir resultados académicos y ajustar sus estrategias pedagógicas en tiempo real. Este enfoque basado en datos no solo optimiza la enseñanza, sino que también fomenta una cultura de mejora continua en la educación.

3. Desafíos y Consideraciones Éticas: A pesar de los beneficios potenciales, la adopción de IA en la enseñanza de matemáticas presenta desafíos significativos, incluyendo la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación docente y consideraciones éticas relacionadas con la privacidad y la equidad en el acceso. Es esencial que las instituciones educativas aborden estos desafíos para maximizar los beneficios de la IA mientras se minimizan los riesgos. Varios autores han abordado estos desafíos éticos en el uso de la IA en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ingenierías y las matemáticas (Bingley et al., 2023; Memarian & Doleck, 2023; Pursnani et al., 2023; Archambault et al., 2024; Mosleh, 2024; Stöhr et al., 2024).

Conclusiones

La inteligencia artificial (IA) se está posicionando como una herramienta transformadora en el ámbito de la educación matemática, especialmente para estudiantes de Ingeniería. A través de la personalización del aprendizaje, la IA permite adaptar los contenidos y métodos de enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante, lo que facilita una comprensión más profunda de conceptos complejos. Además, el uso de plataformas inteligentes y tutores virtuales puede ofrecer retroalimentación instantánea, ayudando a los estudiantes a identificar y corregir errores en tiempo real. Estas tendencias actuales no solo optimizan el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también fomentan un ambiente más interactivo y motivador, donde los estudiantes pueden explorar y experimentar con las matemáticas de manera más efectiva.

Por otro lado, la implementación de tecnologías de IA en la educación matemática presenta oportunidades significativas para superar los desafíos tradicionales que enfrentan los educadores. La automatización de tareas administrativas y la analítica de datos permiten a los docentes centrarse más en la enseñanza y en el apoyo a sus estudiantes. Asimismo, la IA puede ayudar a identificar patrones de aprendizaje y áreas de dificultad, lo que permite a los educadores intervenir de manera más oportuna y efectiva. En resumen, la integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas no solo mejora la experiencia educativa, sino que también prepara a los futuros ingenieros para enfrentar los retos de un mundo cada vez más tecnológico y basado en datos.

Referencias

Abichandani, P., Iaboni, C., Lobo, D., & Kelly, T. (2023). Artificial intelligence and computer vision education: Codifying student learning gains and attitudes. *Computers and Education: Artificial*

Intelligence, 5, 100159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100159>

Ahaidous, K., Tabaa, M., & Hachimi, H. (2023). Towards IoT-Big Data architecture for future education. *Procedia Computer Science*, 220, 348-355. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.045>

Alfredo, R., Echeverria, V., Jin, Y., Yan, L., Swiecki, Z., Gašević, D., & Martinez-Maldonado, R. (2024). Human-centred learning analytics and AI in education: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100215. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100215>

Alnasyan, B., Basher, M., & Alassafi, M. (2024). The power of Deep Learning techniques for predicting student performance in Virtual Learning Environments: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100231. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100231>

Archambault, S. G., Ramachandran, S., Acosta, E., & Fu, S. (2024). Ethical dimensions of algorithmic literacy for college students: Case studies and cross-disciplinary connections. *The Journal of Academic Librarianship*, 50(3), 102865. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acalib.2024.102865>

Balsano, C., Burra, P., Duvoux, C., Alisi, A., Piscaglia, F., Gerussi, A., Brunetto, M. R., Bonino, F., Montalti, R., Campanile, S., Persico, M., Alvaro, D., Santini, S., Invernizzi, P., Carbone, M., Masarone, M., Eccher, A., Siciliano, B., Vento, M., Ficuciello, F., Cabitza, F., Penasa, S., & Donatelli, P. (2023). Artificial Intelligence and liver: Opportunities and barriers. *Digestive and Liver Disease*, 55(11), 1455-1461. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dld.2023.08.048>

- Bankins, S., Jooss, S., Restubog, S. L. D., Marrone, M., Ocampo, A. C., & Shoss, M. (2024). Navigating career stages in the age of artificial intelligence: A systematic interdisciplinary review and agenda for future research. *Journal of Vocational Behavior*, 153, 104011. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvb.2024.104011>
- Bartra, R., Pinedo, L. P. & Navarro, J. R. (2024). Incorporación de las TIC en la promoción de destinos turísticos: una revisión sistemática. *Región Científica*, 3(2). <https://doi.org/10.58763/rc2024281>
- Benvenuti, M., Cangelosi, A., Weinberger, A., Mazzoni, E., Benassi, M., Barbaresi, M., & Orsoni, M. (2023). Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context. *Computers in Human Behavior*, 148, 107903. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107903>
- Bernabei, M., Colabianchi, S., Falegnami, A., & Costantino, F. (2023). Students' use of large language models in engineering education: A case study on technology acceptance, perceptions, efficacy, and detection chances. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100172. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100172>
- Bingley, W. J., Curtis, C., Lockey, S., Bialkowski, A., Gillespie, N., Haslam, S. A., Ko, R. K. L., Steffens, N., Wiles, J., & Worthy, P. (2023). Where is the human in human-centered AI? Insights from developer priorities and user experiences. *Computers in Human Behavior*, 141, 107617. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107617>
- Bingley, W. J., Haslam, S. A., Steffens, N. K., Gillespie, N., Worthy, P., Curtis, C., Lockey, S., Bialkowski, A., Ko, R. K. L., & Wiles, J. (2023). Enlarging the model of the human at the heart of human-centered AI: A social self-determination model of AI system impact. *New Ideas in Psychology*, 70, 101025. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2023.101025>
- Bressane, A., Zwirn, D., Essiptchouk, A., Saraiva, A. C. V., Carvalho, F. L. d. C., Formiga, J. K. S., Medeiros, L. C. d. C., & Negri, R. G. (2024). Understanding the role of study strategies and learning disabilities on student academic performance to enhance educational approaches: A proposal using artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100196. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100196>
- Caccavale, F., Gargalo, C. L., Gernaey, K. V., & Krühne, U. (2023). SPyCE: A structured and tailored series of Python courses for (bio)chemical engineers. *Education for Chemical Engineers*, 45, 90-103. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.08.003>
- Caccavale, F., Gargalo, C. L., Gernaey, K. V., & Krühne, U. (2024). Towards Education 4.0: The role of Large Language Models as virtual tutors in chemical engineering. *Education for Chemical Engineers*, 49, 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.07.002>
- Cardeño, N., Cardeño, E. J. & Bonilla, E. (2023). TIC y transformación académica en las universidades. *Región Científica*, 2(2). <https://doi.org/10.58763/rc202370>
- Carroll, A. J., & Borycz, J. (2024). Integrating large language models and generative artificial intelligence tools into information literacy instruction. *The Journal of Academic Librarianship*, 50(4), 102899. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acalib.2024.102899>
- Carter, R., & Shea, K. G. (2024). Panel Discussion: Profiles in Surgical Innovation

& Entrepreneurship. *Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America*, 8, 100098. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jposna.2024.100098>

Chiu, T. K. (2024). Future research recommendations for transforming higher education with generative AI. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100197>

Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>

Daza, A., Miranda, J. C. H., Cornelio, J. B., López Carranza, A. R., & Ponce Sánchez, C. F. (2023). Predicting the depression in university students using stacking ensemble techniques over oversampling method. *Informatics in Medicine Unlocked*, 41, 101295. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101295>

Galindo, F. J. (2024). Critique on STEM activities for heat transfer learning. *Education for Chemical Engineers*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.06.002>

Gómez, C. A., Sánchez, V. & Eslava, R. (2024). Bibliometric analysis of the main applications of digital technologies to business management. *Data and Metadata*, 3. <https://dm.saludcyt.ar/index.php/dm/article/view/321>

Gonzales Tito, Y. M., Quintanilla López, L. N., & Pérez Gamboa, A. J. (2023). Metaverse and education: A complex space for the next educational revolution. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2, 56. <https://doi.org/10.56294/mr202356>

Guerra, D. D., Gamboa, A. J. & Cano, C. A. (2023). Social network analysis in virtual educational environments: Implications for collaborative learning and academic community development. *AWARI*, 4, 1-12. <https://awari.pro-metrics.org/index.php/a/article/view/59>

Hu, T. (2023). Software Engineering Classification Model and Algorithm Based on Big Data Technology. *Procedia Computer Science*, 228, 119-128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.11.015>

Khan, M. S., Salele, N., Hasan, M., & Abdou, B. O. (2023). Factors affecting student readiness towards OBE implementation in engineering education: Evidence from a developing country. *Heliyon*, 9(10), e20905. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20905>

Knoth, N., Tolzin, A., Janson, A., & Leimeister, J. M. (2024). AI literacy and its implications for prompt engineering strategies. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100225>

Laplagne, C. & Urcia, J. J. (2023). Protocolos de B-learning para la alfabetización informacional en la Educación Superior. *Región Científica*, 2(2). <https://doi.org/10.58763/rc202373>

Lepore, M. (2024). A holistic framework to model student's cognitive process in mathematics education through fuzzy cognitive maps. *Heliyon*, 10(16), e35863. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35863>

Lin, C., Cheng, E. S. J., Huang, A. Y. Q., & Yang, S. J. H. (2024). DNA of learning behaviors: A novel approach of learning performance prediction by NLP. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100227. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100227>

- Liu, Y. (2024). Large language models for air transportation: A critical review. *Journal of the Air Transport Research Society*, 2, 100024. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jatrs.2024.100024>
- Lohakan, M., & Seetao, C. (2024). Large-scale experiment in STEM education for high school students using artificial intelligence kit based on computer vision and Python. *Heliyon*, 10(10), e31366. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31366>
- López, Y. Y. (2023). Aptitud digital del profesorado frente a las competencias TIC en el siglo XXI: una evaluación de su desarrollo. *Región Científica*, 2(2). <https://doi.org/10.58763/rc2023119>
- Márquez, M. A., Martínez-Quezada, M., Calderón-Suárez, R., Rodríguez, A., & Ortega-Mendoza, R. M. (2023). Microcontrollers programming for control and automation in undergraduate biotechnology engineering education. *Digital Chemical Engineering*, 9, 100122. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dche.2023.100122>
- Memarian, B., & Doleck, T. (2023). ChatGPT in education: Methods, potentials, and limitations. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 1(2), 100022. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100022>
- Miranda, V. M., & Sandoval, E. (2024). La educación expandida en contextos educativos formales e informales. *Región Científica*, 3(2), 2024321. <https://doi.org/10.58763/rc2024321>
- Mosleh, S. M., Alsaadi, F. A., Alnaqbi, F. K., Alkhzaimi, M. A., Alnaqbi, S. W., & Alsereidi, W. M. (2024). Examining the association between emotional intelligence and chatbot utilization in education: A cross-sectional examination of undergraduate students in the UAE. *Heliyon*, 10(11), e31952. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31952>
- Mosquera, D., Ruiz, M., Pastor, O., & Spielberger, J. (2024). Understanding the landscape of software modelling assistants for MDSE tools: A systematic mapping. *Information and Software Technology*, 173, 107492. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2024.107492>
- Nachouki, M., Mohamed, E. A., Mehdi, R., & Abou Naaj, M. (2023). Student course grade prediction using the random forest algorithm: Analysis of predictors' importance. *Trends in Neuroscience and Education*, 33, 100214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tine.2023.100214>
- Naser, M. Z. (2023). Machine learning for all! Benchmarking automated, explainable, and coding-free platforms on civil and environmental engineering problems. *Journal of Infrastructure Intelligence and Resilience*, 2(1), 100028. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iintel.2023.100028>
- Ng, F. Y., Thirunavukarasu, A. J., Cheng, H., Tan, T. F., Gutierrez, L., Lan, Y., Ong, J. C. L., Chong, Y. S., Ngiam, K. Y., Ho, D., Wong, T. Y., Kwek, K., Doshi-Velez, F., Lucey, C., Coffman, T., & Ting, D. S. W. (2023). Artificial intelligence education: An evidence-based medicine approach for consumers, translators, and developers. *Cell Reports Medicine*, 4(10), 101230. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2023.101230>
- Núñez, E. G. & Espinosa, J. F. (2024). Liderazgo ético y comportamiento de los empleados. Análisis cuantitativo en la producción científica. *Región Científica*, 3(2). <https://doi.org/10.58763/rc2024295>
- Pérez Gamboa, A. J., & Díaz-Guerra, D. D. (2023). Artificial Intelligence for the development of qualitative studies. *LatIA*, 1, 4. <https://doi.org/10.62486/latia20234>

Petrescu, M. A., Pop, E. L., & Dan Mihoc, T. (2023). Students' interest in knowledge acquisition in Artificial Intelligence. *Procedia Computer Science*, 225, 1028-1036. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.090>

Pinto, M., Garcia, J., Caballero, D., Manso, R., Uribe, A., & Gomez, C. (2024). Assessing information, media and data literacy in academic libraries: Approaches and challenges in the research literature on the topic. *The Journal of Academic Librarianship*, 50(5), 102920. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acalib.2024.102920>

Pursnani, V., Sermet, Y., Kurt, M., & Demir, I. (2023). Performance of ChatGPT on the US fundamentals of engineering exam: Comprehensive assessment of proficiency and potential implications for professional environmental engineering practice. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100183. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100183>

Raudales, E. V., Acosta, J. V. & Aguilar, P. A. (2024). Economía circular: una revisión bibliométrica y sistemática. *Región Científica*, 3(1). <https://doi.org/10.58763/rc2024192>

Ravi, M. (2023). Evolving trends in student assessment in chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*, 45, 151-160. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.09.003>

Ray, P. P. (2024). ChatGPT in transforming communication in seismic engineering: Case studies, implications, key challenges and future directions. *Earthquake Science*, 37(4), 352-367. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eqs.2024.04.003>

Rocha, R. G., Paço, A. d., & Alves, H. (2024). Entrepreneurship education for non-business students: A social learning perspective. *The International Journal of Management Education*,

22(2), 100974. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.100974>

Roman-Acosta, D., Rodríguez Torres, E., Baquedano Montoya, M. B., López Zavala, L. C., & Pérez Gamboa, A. J. (2024). ChatGPT y su uso para perfeccionar la escritura académica en educandos de posgrado. *Praxis Pedagógica*, 24(36), 53–75. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.24.36.2024.53-75>

Rufai, A. A., Hossain Khan, M. S., & Hasan, M. (2024). An exploration of pedagogical approaches in teaching artificial intelligence courses: Experience from undergraduates students of Bangladesh. *Social Sciences & Humanities Open*, 10, 101075. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101075>

Sánchez, V., Pérez, A. J. & Gómez, C. A. (2024). Trends and evolution of Scientometric and Bibliometric research in the SCOPUS database. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 20(1), 1-22. <http://revistas.bnjm.sld.cu/index.php/BAI/article/view/834>

Scholes, C. A. (2023). Utilising forensic tools to assist in chemical engineering capstone assessment grading. *Education for Chemical Engineers*, 45, 61-67. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.08.001>

Stöhr, C., Ou, A. W., & Malmström, H. (2024). Perceptions and usage of AI chatbots among students in higher education across genders, academic levels and fields of study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100259. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100259>

Tabuenca, B., Moreno-Sancho, J.-L., Arquero-Gallego, J., Greller, W., & Hernández-Leo, D. (2023). Generating an environmental awareness system for learning using IoT technology. *Internet*

of Things, 22, 100756. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100756>

Velásquez, L. A. & Paredes, J. A. (2024). Revisión sistemática sobre los desafíos que enfrenta el desarrollo e integración de las tecnologías digitales en el contexto escolar chileno, desde la docencia. *Región Científica*, 3(1). <https://doi.org/10.58763/rc2024226>

Wainwright, H. M., Powell, B. A., Hoover, M. E., Ayoub, A., Atz, M., Benson, C., Borrelli, R. A., Djokic, D., Eddy-Dilek, C. A., Ermakova, D., Hayes, R., Higley, K., Krahn, S., Lagos, L., Landsberger, S., Leggett, C., Regalbutto, M., Roy, W., Shuller-Nickles, L., & Ewing, R. C. (2023). Nuclear waste Educator's workshop: What and how do we teach about nuclear waste? *Journal of Environmental Radioactivity*, 270, 107288. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2023.107288>

Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>

Wei, Z., Calautit, J. K., Wei, S., & Tien, P. W. (2024). Real-time clothing insulation level classification based on model transfer learning and computer vision for PMV-based heating system optimization through piecewise linearization. *Building and Environment*, 253, 111277. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111277>

Xiao, R., Wang, Y., Wang, X., Liu, A., & Zhang, J. (2023). Deep reinforcement learning-driven smart and dynamic mass personalization. *Procedia CIRP*, 119, 97-102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.04.004>

Xu, X., Su, Y., Zhang, Y., Wu, Y., & Xu, X. (2024). Understanding learners' perceptions of ChatGPT: A thematic analysis of peer interviews

among undergraduates and postgraduates in China. *Heliyon*, 10(4), e26239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26239>

Yang, Y., Deb, S., He, M., & Kobir, M. H. (2023). The use of virtual reality in manufacturing education: State-of-the-art and future directions. *Manufacturing Letters*, 35, 1214-1221. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2023.07.023>