

# CORREO PEDAGÓGICO

REVISTA DEL CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES DOCENTES DE ADIDA

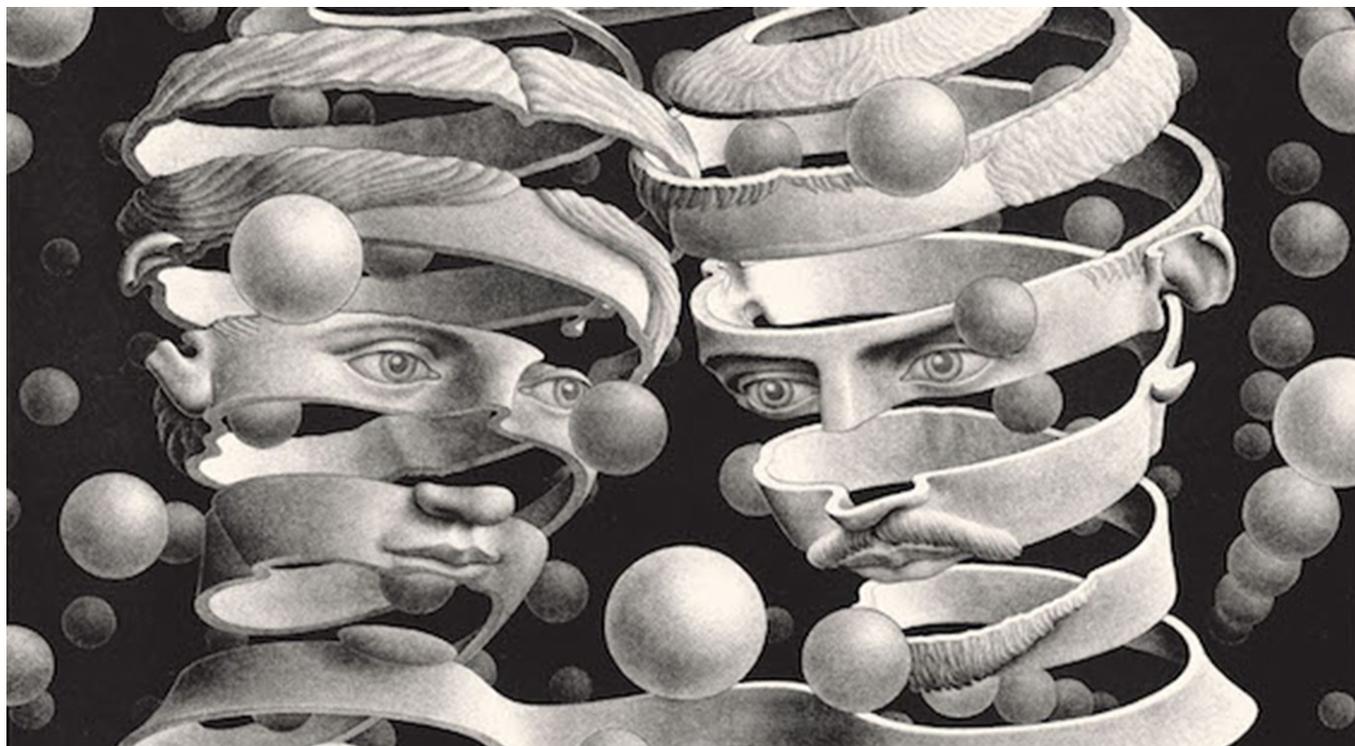


Pedagogías de la memoria, el territorio y la resistencia



**ADIDA**

ASOCIACIÓN DE INSTITUTORES DE ANTIOQUIA



Tomado del Universo Creativo de M.C. Escher, Art Madrid

# Inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas: una revisión crítica

Luis Eduardo Estrada Tangarife\*

\* Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Docente de aula, Secretaria de Educación de Medellín. Colombia.

Correo electrónico: [luis.estrada@medellin.edu.co](mailto:luis.estrada@medellin.edu.co)

## Resumen

Este artículo evalúa el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica secundaria de Colombia (2015-2023), analizando transformaciones metodológicas, resultados de apren-

dizaje e implicaciones pedagógicas. Se realizó una revisión sistemática de 37 estudios seleccionados de bases de datos académicas, priorizando investigaciones que aplican la Inteligencia Artificial IA en contextos educativos, con rigurosidad metodológica y resultados empíricos sólidos. Los hallazgos indican que

la IA personaliza el aprendizaje mediante tutores inteligentes, plataformas adaptativas y sistemas de recomendación, mejorando la comprensión de conceptos, el pensamiento crítico y la evaluación formativa. No obstante, se identificaron desafíos como el acceso desigual a la tecnología, la capacitación docente insuficiente y dilemas éticos en el manejo de datos. En conclusión, la IA ofrece una oportunidad transformadora que requiere una implementación responsable, inversión en infraestructura, desarrollo de contenido de calidad y formación docente para garantizar su integración efectiva.

Artículo de investigación científica y tecnológica. El artículo se deriva del proyecto de investigación: “El impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica secundaria: una revisión crítica”, desarrollado en la Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Palabras clave: Inteligencia artificial, enseñanza de las matemáticas, aprendizaje personalizado, evaluación formativa, innovación educativa.

## Introducción

La integración progresiva y la evolución continua de la Inteligencia Artificial (IA) y las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) han impulsado cambios significativos en diversos sectores, transformando de manera profunda las prácticas tradicionales y estableciendo nuevos paradigmas en la interacción humana, el aprendizaje y la enseñanza. El ámbito educativo se destaca como un área primordial para la innovación tecnológica, presentando oportunidades únicas para renovar los métodos de enseñanza y aprendizaje.

Este estudio se enfoca en analizar el impacto y la integración de estas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas en la educación

básica secundaria en Colombia, destacando su rol esencial en el fortalecimiento del desarrollo cognitivo y académico de los estudiantes. La importancia de esta investigación se deriva de su capacidad para proporcionar una comprensión detallada de cómo la IA y las TIC pueden transformar las prácticas educativas, además de su potencial para generar recomendaciones estratégicas que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El origen de este estudio se sitúa en la intersección de avances teóricos y desarrollos prácticos en el ámbito de la pedagogía digital y la aplicación de la inteligencia artificial en contextos educativos. Apoyado en una vasta literatura que documenta la eficacia de las tecnologías emergentes para personalizar la educación y promover un aprendizaje más interactivo y comprometido, este trabajo aborda un análisis comprensivo de las dinámicas que subyacen a la incorporación de la IA y las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Mediante la revisión de estudios anteriores y la exploración de casos prácticos, se busca ofrecer una visión integral de los desafíos y oportunidades que conlleva la integración tecnológica en el ámbito educativo. Los objetivos de esta investigación se articulan en torno a la evaluación crítica del impacto de las TIC y la IA en los resultados de aprendizaje matemático, la identificación de estrategias didácticas innovadoras que se alineen con los paradigmas educativos contemporáneos, y la formulación de recomendaciones para la implementación de estas tecnologías en la educación, con un enfoque específico en la educación básica secundaria en Colombia. Este estudio cubre el período 2015-2023, un periodo caracterizado por un impulso significativo hacia la digitalización de los entornos educativos.

La metodología empleada combina enfoques cualitativos y cuantitativos, proporcionando así una comprensión holística y multidimensional de las implicaciones de la IA y las TIC en la enseñanza de las matemáticas. A través

de la revisión sistemática de la literatura y el análisis de casos prácticos, se sintetiza la evidencia existente y se examinan experiencias concretas de integración tecnológica en las aulas. Este enfoque metodológico no solo facilita la identificación de tendencias y patrones en la aplicación de tecnologías educativas, sino también la generación de percepciones valiosas sobre las mejores prácticas y estrategias para su implementación.

Al exponer el potencial de estas tecnologías para facilitar un aprendizaje matemático más personalizado, interactivo y eficaz, este estudio sienta las bases para futuras investigaciones y prácticas educativas. Aunque este análisis no se propone directamente influir en la formulación de políticas educativas, las conclusiones y recomendaciones derivadas tienen el propósito de informar y enriquecer las prácticas docentes que aspiren a integrar la tecnología en la enseñanza de las matemáticas. De este modo, se contribuye al avance del conocimiento en este campo y al mejoramiento de los procesos educativos en Colombia, con posibles implicaciones en contextos educativos similares a nivel global.

La integración de la IA en la educación matemática no es un fenómeno aislado; por el contrario, forma parte de una tendencia global que busca aprovechar las capacidades de las tecnologías emergentes para mejorar la calidad y eficacia de la enseñanza. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2021), el uso efectivo de la tecnología en la educación puede llevar a mejores resultados de aprendizaje, mayor motivación y una enseñanza más personalizada. Sin embargo, también existen preocupaciones sobre la equidad en el acceso a estas tecnologías y la capacitación adecuada de los docentes para su uso efectivo. En el contexto colombiano, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha realizado esfuerzos significativos

para integrar las TIC en el sistema educativo a través de diversos programas y políticas. No obstante, persisten desafíos como la disparidad en el acceso a recursos tecnológicos entre regiones urbanas y rurales, y entre instituciones educativas públicas y privadas (Padilla & Escorcia, 2022).

Las matemáticas, siendo una disciplina fundamental en el currículo escolar, requieren una atención especial en cuanto al análisis de cómo las TIC y la IA pueden ser aprovechadas para potenciar la comprensión conceptual, el razonamiento lógico y la resolución de problemas en los estudiantes (Garzón & Llanos, 2018). Dada la naturaleza abstracta y lógica de esta asignatura, es imperativo investigar de qué manera estas tecnologías emergentes pueden facilitar el aprendizaje y fortalecer las habilidades matemáticas de los alumnos. A través de esta investigación, se busca proporcionar una comprensión más profunda de cómo las herramientas digitales y la inteligencia artificial pueden ser aprovechadas para enriquecer la experiencia educativa en matemáticas, mientras se abordan los desafíos inherentes a su integración en un contexto diverso y en desarrollo como el de Colombia.

### Diseño investigativo

La investigación se enmarcó en un enfoque metodológico mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos, con el propósito de realizar una revisión crítica y sistemática de la literatura. El diseño metodológico se estructuró en cuatro fases principales: identificación, selección, evaluación y síntesis de estudios relevantes, siguiendo los lineamientos establecidos en la metodología PRISMA para revisiones sistemáticas. La elección de PRISMA se fundamentó en su capacidad para aportar rigor y transparencia al proceso de revisión, permitiendo identificar de manera exhaustiva y precisa la evidencia disponible.

Para asegurar la exhaustividad y pertinencia de la revisión, se seleccionaron bases de datos científicas de primera línea, enfocándose en aquellas especializadas en tecnología educativa, pedagogía y ciencias computacionales, incluyendo los portales Dialnet, Scopus, Scien-

ceDirect y Semantic Scholar. La búsqueda se limitó a publicaciones en inglés y español entre los años 2015 y 2023, con el fin de capturar el estado del arte actual en un campo que se caracteriza por su rápida evolución.

**Tabla 1. Principales términos de búsqueda**

Inteligencia artificial	Matemáticas
Aprendizaje automático	Matemáticas
Redes neuronales	Educación matemática
Procesamiento del lenguaje natural	Educación matemática
Sistemas expertos	Educación matemática
Tutores inteligentes	Educación matemática

**Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión**

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Publicaciones entre 2015 y 2023	< 2015
Revistas indexadas	Revistas no indexadas, capítulos de libros, actas de congresos, prefacios y opiniones.
Publicaciones en inglés y español	Publicaciones en otros idiomas
Aplicación específica para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas	Aplicación general para el aprendizaje

## Proceso de revisión sistemática

**Fase de identificación:** En esta etapa inicial se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva y sistemática en múltiples bases de datos académicas de amplio reconocimiento, con el objetivo de recopilar todos los estudios potencialmente relevantes para la investigación. Se utilizaron combinaciones de palabras clave específicamente diseñadas para abarcar la amplia gama de interacciones entre la IA y la pedagogía matemática, asegurando así una cobertura completa del corpus literario existente sobre el tema.

**Fase de selección:** Posteriormente se procedió a una primera filtración de los artículos recopilados. En esta fase se descartaron aquellos es-

tudios que no cumplían con los criterios preliminares de relevancia temática, como aquellos que no abordaban explícitamente la integración de la IA en entornos educativos matemáticos o que carecían de un enfoque pedagógico directo.

**Fase de elegibilidad:** En este paso crucial, se realizó una evaluación más detallada y crítica de los estudios previamente seleccionados. Esta revisión incluyó un análisis exhaustivo de la metodología empleada en cada investigación, la robustez de los resultados obtenidos y su relevancia directa con los objetivos pedagógicos en matemáticas y la integración efectiva de tecnologías de IA. Se prestó especial atención a la validez de los instrumentos de recolección de datos y a la coherencia de

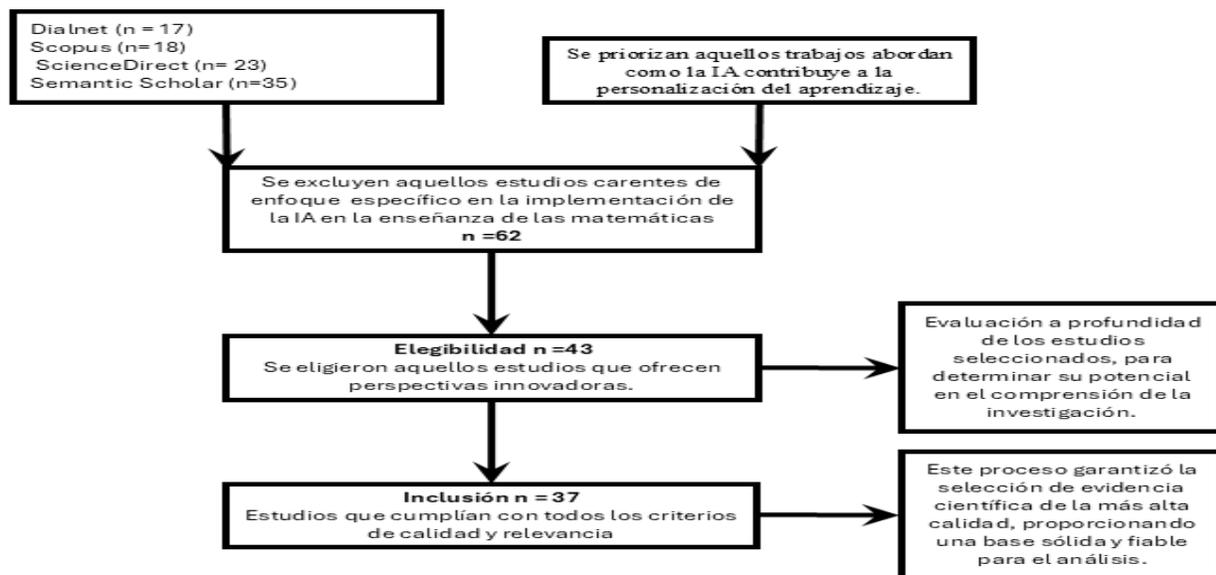
las conclusiones presentadas con las hipótesis planteadas.

**Fase de inclusión:** Finalmente, tras una rigurosa evaluación por pares, se incluyeron en el estudio aquellos artículos que cumplieran con todos los criterios de calidad y relevancia meticulosamente establecidos. Este proceso garantizó la selección de evidencia científica de la más alta calidad, proporcionando una base sólida y fiable para el análisis y la discusión de

la integración de la IA en la enseñanza de la matemática.

Este abordaje metodológico, caracterizado por su rigor y sistematicidad, no solo subraya la relevancia de la IA en la educación matemática como un área de investigación emergente y de significativo potencial transformador, sino que también establece una sólida base para la comprensión de su estado actual y las direcciones futuras.

Figura 1. Marco Conceptual



## Herramientas de IA utilizadas en la enseñanza de las matemáticas

La IA está revolucionando la enseñanza de las matemáticas, y su impacto se ha reflejado en diversas tendencias y desafíos. Según el Boletín de la Sociedad Chilena de Educación Matemática, edición julio 2023, “Inteligencia Artificial y Educación Matemática: oportunidades y desafíos” (L., Pedro, 2023), la IA está transformando la forma como enseñamos y aprendemos, y se están desarrollando soluciones para evaluar la fluencia y precisión lectora, así como proyectos que unen la IA con el juego para mejorar la lectoescritura, lo que a su vez impacta en la inclusión educativa. Asimismo, se han destacado herramientas de IA para el aprendizaje de las matemáticas, como MATHia, que proporciona tutoría adaptativa y analiza el progreso de los estudiantes. Estas tendencias reflejan el potencial de la IA para mejorar la enseñanza de las matemáticas y la necesidad de abordar aspectos clave para su implementación exitosa.

Diversas publicaciones muestran un incremento sostenido en el periodo analizado (2015-2023), identificando tres principales tendencias en herramientas de IA estudiadas: tutores inteligentes (Pelánek, 2017), entornos adaptativos masivos (Rodríguez, 2021) y realidad aumentada (Montenegro y Fernández, 2022).

La inclusión de estas y otras plataformas digitales en la enseñanza de las matemáticas constituye un avance importante en la metodología educativa actual. Estas herramientas brindan una amplia variedad de recursos didácticos, interactivos y personalizables que enriquecen el proceso de aprendizaje, fomentan la participación del estudiante y potencian el desarrollo de habilidades analíticas y la resolución de problemas críticos en el ámbito matemático.

La utilización de estas plataformas promueve una aproximación más dinámica y adaptativa a la enseñanza de las matemáticas, permitiendo que los educadores personalicen el aprendiza-

je según las necesidades individuales de cada estudiante. Esto no solo aumenta el interés y la motivación hacia el estudio de las matemáticas, sino que también mejora la comprensión de conceptos complejos a través de métodos visuales, interactivos y prácticos.

Asimismo, la capacidad de estas herramientas para brindar retroalimentación instantánea y evaluaciones formativas contribuye de manera significativa al proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo a los estudiantes identificar y corregir errores en tiempo real, y a los docentes ajustar sus estrategias didácticas de manera más efectiva.

## El impacto de la IA en el aprendizaje de las matemáticas

El impacto de la IA en el aprendizaje de las matemáticas está generando cada vez más interés en el ámbito educativo. Esta fascinación no solo se debe a la capacidad de la IA para transformar los métodos pedagógicos tradicionales, sino también a su potencial para personalizar la enseñanza y adaptarla a las necesidades individuales de cada estudiante. Sin embargo, a pesar de las promesas que ofrece, la integración de la IA en la educación matemática presenta desafíos y críticas, especialmente en lo que respecta a su efectividad pedagógica, implicaciones éticas y accesibilidad.

Desde una perspectiva pedagógica, la IA puede proporcionar herramientas innovadoras que facilitan el aprendizaje autónomo y diferenciado. Los sistemas expertos, las plataformas adaptativas y los asistentes virtuales son solo algunos ejemplos de cómo la IA puede contribuir a ofrecer una educación matemática más personalizada y accesible (Parra Sánchez, Torres Pardo y Martínez de Meriño, 2023). Estas tecnologías permiten ajustar el ritmo de aprendizaje, el nivel de dificultad de los contenidos y brindar retroalimentación instantánea, aspectos considerados fundamentales para mejorar la comprensión matemática de los estudiantes.

Tabla 3. Aplicación de IA para la enseñanza de las matemáticas

Plataforma	Descripción
ADIMAT	Plataforma educativa diseñada específicamente para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Se enfoca en ofrecer recursos didácticos digitales adaptativos que se ajustan al nivel de conocimiento y ritmo de aprendizaje de cada estudiante. La plataforma utiliza técnicas de inteligencia artificial para personalizar el contenido, proporcionando ejercicios, problemas y actividades que se alinean con los objetivos curriculares y las necesidades individuales de los alumnos. (Grupo Edebé, 2023)
Camerana	<p>Aplicación educativa innovadora diseñada para ayudar tanto a estudiantes como a educadores en el campo de las matemáticas. Utilizando la tecnología de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), los usuarios pueden tomar fotografías de problemas matemáticos impresos o escritos a mano, y la aplicación proporciona soluciones paso a paso, explicaciones detalladas y, en algunos casos, videos tutoriales.</p> <p>Esta herramienta busca no solo ofrecer la respuesta correcta, sino también enseñar el proceso de resolución, fomentando así un aprendizaje profundo y comprensivo de los conceptos matemáticos.</p>
MATHia	Desarrollada por Carnegie Learning, esta herramienta está enfocada en proporcionar una experiencia de aprendizaje personalizada para cada estudiante, adaptándose a su ritmo y nivel de habilidad individual. Una de las características distintivas de MATHia es su enfoque en el aprendizaje basado en competencias, promoviendo la profundización en conceptos matemáticos a través de prácticas y ejercicios interactivos que imitan situaciones del mundo real.
Maple Calculator	<p>Desarrollada por Maplesoft, una compañía reconocida por su software de matemáticas avanzadas, Maple Calculator va más allá de ser una simple calculadora, ofreciendo capacidades de cálculo simbólico y numérico.</p> <p>Una de las características más destacadas es su capacidad para resolver problemas paso a paso, mostrando a los usuarios el proceso de resolución, lo que facilita la comprensión de los métodos matemáticos y mejora las habilidades de aprendizaje.</p>

La inclusión de estas y otras plataformas digitales en la enseñanza de las matemáticas constituye un avance importante en la metodología educativa actual. Estas herramientas brindan una amplia variedad de recursos didácticos, interactivos y personalizables que enriquecen el proceso de aprendizaje, fomentan la participación del estudiante y potencian el desarrollo de habilidades analíticas y la resolución de problemas críticos en el ámbito matemático.

La utilización de estas plataformas promueve una aproximación más dinámica y adaptativa a la enseñanza de las matemáticas, permitiendo que los educadores personalicen el aprendizaje según las necesidades individuales de cada estudiante. Esto no solo aumenta el interés y la motivación hacia el estudio de las matemáticas, sino que también mejora la comprensión de conceptos complejos a través de métodos visuales, interactivos y prácticos.

Asimismo, la capacidad de estas herramientas para brindar retroalimentación instantánea y evaluaciones formativas contribuye de manera significativa al proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo a los estudiantes identificar y corregir errores en tiempo real, y a los docentes ajustar sus estrategias didácticas de manera más efectiva.

No obstante, la implementación de la IA en el aprendizaje de las matemáticas no debe limitarse únicamente al desarrollo tecnológico, sino que también debe tener en cuenta la pedagogía subyacente. Murillo y Zamorano (2021) destacan la importancia de integrar adecuadamente la IA dentro de un marco pedagógico que fomente el razonamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad. Esto plantea un desafío significativo, ya que requiere que los educadores no solo dominen el uso de estas herramientas, sino que también comprendan cómo alinearlas con los objetivos de aprendizaje matemático.

La personalización del aprendizaje a través de la IA plantea interrogantes sobre la equidad y la inclusión. Si bien la tecnología tiene el potencial de adaptarse a las necesidades

individuales, también existe el riesgo de ampliar la brecha digital y socioeconómica entre los estudiantes. Aquellos con acceso limitado a recursos tecnológicos o con menor soporte en el hogar pueden encontrarse en desventaja, lo que podría perpetuar o incluso acrecentar las desigualdades existentes en el ámbito educativo (García-Peñalvo & Mendes, 2018).

La efectividad de la IA en el aprendizaje de las matemáticas aún es objeto de debate. Aunque existen estudios que reportan mejoras significativas en el rendimiento estudiantil (Val-Fernández, 2023), también hay críticas que apuntan a la falta de evidencia sólida que respalde estos hallazgos, especialmente a largo plazo. La variabilidad en los contextos educativos, la diversidad de las herramientas de IA y la metodología de investigación son factores que pueden influir en los resultados obtenidos, lo que sugiere la necesidad de más estudios empíricos y revisiones sistemáticas para comprender mejor el impacto real de la IA en la educación matemática.

El análisis crítico del impacto de la IA en el aprendizaje de las matemáticas hace evidente la complejidad y multidimensionalidad de su aplicación en el ámbito educativo. Es crucial abordar tanto las promesas como los desafíos que presenta la integración de estas tecnologías, para luego explorar cómo lejos de reemplazar la figura del educador, la IA puede ser un complemento sustancial que enriquezca el proceso de enseñanza-aprendizaje. La implementación de herramientas de IA en la enseñanza de las matemáticas no debe ser vista como una amenaza para el rol del docente, sino más bien como un complemento valioso que enriquece el proceso educativo. A pesar de los avances tecnológicos, es fundamental reconocer que la IA aún está lejos de reemplazar por completo la interacción humana y el juicio pedagógico que los educadores aportan al aprendizaje. Desde esta perspectiva, la utilización de la IA se presenta como una oportunidad para potenciar la enseñanza de las matemáticas,

siempre y cuando se enmarque dentro de una estrategia didáctica bien definida y centrada en el estudiante.

La IA puede desempeñar un papel crucial en la identificación y adaptación a las necesidades de aprendizaje individuales, algo que, debido a las limitaciones de tiempo y recursos, puede resultar desafiante para los docentes en entornos educativos tradicionales. Herramientas como sistemas de tutoría inteligentes y plataformas de aprendizaje adaptativo pueden ofrecer prácticas personalizadas y retroalimentación inmediata, ayudando a los estudiantes a progresar a su propio ritmo y de acuerdo con sus capacidades particulares (González, 2022). Esto no solo mejora la experiencia de aprendizaje para el estudiante, sino que también permite a los docentes centrarse en aspectos más complejos de la enseñanza, como fomentar el pensamiento crítico, la colaboración y la aplicación de conceptos matemáticos en contextos reales.

Además, el uso de la IA en la educación matemática puede facilitar la implementación de enfoques pedagógicos innovadores, como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje invertido. Estos métodos promueven una mayor interacción y participación del estudiante en el proceso de aprendizaje, permitiendo que el docente actúe más como un facilitador que guía y motiva, en lugar de un transmisor de conocimientos (Durán y Viguerras, 2023). La IA, al asumir tareas repetitivas y de bajo nivel cognitivo, libera tiempo para que los educadores se dediquen a actividades más significativas, como la discusión en clase, el diseño de proyectos interdisciplinarios y la atención individualizada a los estudiantes.

Cabe destacar que la eficacia de la IA en la enseñanza de las matemáticas depende en gran medida de su integración consciente y reflexiva en el currículo. Esto implica una formación adecuada para los docentes, no solo en el manejo de herramientas tecnológicas, sino tam-

bién en la comprensión de cómo estos recursos pueden complementar y enriquecer las prácticas pedagógicas existentes. La colaboración entre investigadores en educación, desarrolladores de tecnología y profesionales del aula es esencial para diseñar soluciones de IA que respondan a los objetivos educativos y que se alineen con las teorías del aprendizaje (Noss & Hoyles, 2019).

Por lo tanto, lejos de sustituir a los docentes, la IA tiene el potencial de transformar la enseñanza de las matemáticas en una experiencia más dinámica, interactiva y personalizada. Al aprovechar las capacidades de la IA dentro de un marco pedagógico, los educadores pueden mejorar significativamente el aprendizaje matemático, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI con confianza y competencia. La clave para el éxito en esta empresa radica en el equilibrio entre la innovación tecnológica y el invaluable papel humano en la educación, asegurando que la tecnología sirva como una herramienta para amplificar, y no para reemplazar, la enseñanza de calidad y el aprendizaje significativo.

### Principales hallazgos

Los hallazgos del estudio revelan que la implementación de la IA en la enseñanza de las matemáticas ha impulsado innovaciones significativas en las prácticas pedagógicas. Se observó que el uso de herramientas basadas en IA favorece el aprendizaje personalizado y la participación activa de los estudiantes, al mismo tiempo que optimiza los procesos de evaluación mediante el análisis de datos.

A continuación, se presentan los principales hallazgos, teniendo en cuenta los aspectos destacados en las consideraciones previas.

**Potencial transformador de la IA:** La IA tiene un enorme potencial para transformar la enseñanza de las matemáticas, haciéndola más personalizada, atractiva y efectiva. Las herra-

mientas de IA pueden ayudar a los estudiantes a comprender conceptos matemáticos complejos de manera más profunda y significativa, y a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas.

**Personalización del aprendizaje:** La IA permite crear experiencias de aprendizaje personalizadas y adaptables a los diferentes estilos de aprendizaje y ritmos de cada estudiante. Esto se logra mediante la evaluación en tiempo real del conocimiento y las habilidades de cada estudiante, lo que permite ajustar la dificultad de las actividades y brindar apoyo individualizado a aquellos que lo necesiten.

**Entornos de aprendizaje interactivos y lúdicos:** La IA permite crear entornos de aprendizaje virtuales que incentivan la exploración y el descubrimiento. Juegos como DragonBox Algebra y Prodigy utilizan la gamificación y la IA para convertir el aprendizaje de las matemáticas en una experiencia divertida y atractiva. Estudios como el de Rodríguez & Ishmael, 2023, sugieren que los entornos de aprendizaje interactivos basados en IA pueden aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes en las matemáticas.

**Desarrollo de habilidades metacognitivas:** La IA puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una mejor comprensión de sus propios procesos de aprendizaje. Plataformas como Metacognition Engine y MindShift utilizan la IA para proporcionar a los estudiantes información sobre cómo aprenden, permitiéndoles identificar estrategias de aprendizaje más efectivas. La investigación de Cázares & Páez, 2023, indica que el desarrollo de habilidades metacognitivas puede mejorar significativamente el rendimiento académico en general.

**Fortalecimiento del rol del docente:** La IA libera al docente de tareas repetitivas como la calificación y la elaboración de materiales, permitiéndole dedicar más tiempo a la planificación de lecciones personalizadas, la interacción individual con los estudiantes y la evaluación

formativa. Autores como Clements & Sarama, 2018, señalan que la IA puede ayudar a los docentes a convertirse en facilitadores del aprendizaje, creando un entorno más efectivo para el desarrollo de las habilidades matemáticas de los estudiantes.

La IA tiene un enorme potencial para revolucionar la enseñanza de las matemáticas. Las investigaciones recientes indican que la IA puede ayudar a personalizar el aprendizaje, mejorar la evaluación formativa, crear entornos de aprendizaje interactivos y lúdicos, desarrollar habilidades metacognitivas y fortalecer el rol del docente. Sin embargo, es importante reconocer que la IA aún se encuentra en una etapa temprana de desarrollo en el ámbito educativo. Algunos desafíos que se deben afrontar incluyen:

- **Acceso equitativo a la tecnología:** Es necesario garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a las herramientas y plataformas de IA.
- **Desarrollo de contenido de calidad:** Se requiere la creación de contenido educativo de alta calidad basado en IA.
- **Capacitación docente:** Es fundamental brindar a los docentes la formación necesaria para integrar la IA de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas.

**Consideraciones éticas:** Es necesario garantizar que los datos de los estudiantes se recopilen, almacenen y utilicen de manera responsable y ética. Esto incluye obtener el consentimiento de los estudiantes y sus padres, proteger la seguridad de los datos y evitar su uso para fines discriminatorios.

## Conclusiones

La integración de la IA en la enseñanza de matemáticas representa un avance significativo que promete transformar las metodologías educativas y mejorar los procesos de aprendizaje. Mediante esta revisión crítica, se han identificado diversos hallazgos y consideraciones esenciales que subrayan la importancia y los

desafíos asociados con la aplicación de la IA en este ámbito. Del análisis realizado, se han extraído conclusiones y hallazgos relevantes, que destacan el papel fundamental que la IA puede desempeñar en la pedagogía matemática.

**Capacitación docente:** La implementación exitosa de la IA en la enseñanza de las matemáticas exige una formación específica para el profesorado. Los docentes deben adquirir las competencias necesarias para integrar la IA en sus prácticas pedagógicas, comprendiendo sus beneficios y limitaciones.

**Diseño de actividades:** La IA permite crear actividades personalizadas y adaptables a los diferentes estilos de aprendizaje y ritmos de cada estudiante. Estas actividades deben estar cuidadosamente diseñadas para alinearse con los objetivos de aprendizaje específicos de cada tema matemático.

**Adaptación al nivel de conocimiento del estudiante:** La IA puede evaluar el conocimiento y las habilidades de cada estudiante en tiempo real, posibilitando la creación de experiencias de aprendizaje personalizadas. Esto permite ajustar la dificultad de las actividades y brindar apoyo individualizado a aquellos que lo necesitan.

**Énfasis en habilidades de pensamiento crítico:** La IA no solo facilita la adquisición de conocimientos matemáticos, sino que también puede fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, como la resolución de problemas, la argumentación y la creatividad.

**Sesgo algorítmico:** Es imperativo reconocer y abordar la posibilidad de sesgo algorítmico en las herramientas de IA. Dicho sesgo puede manifestarse a través de la programación y los datos utilizados para entrenar estos sistemas, lo cual puede llevar a desigualdades en el aprendizaje y el acceso a la educación. Por lo tanto, es esencial implementar estrategias efectivas para mitigar estos sesgos y promover una enseñanza equitativa. Entre las medidas recomendadas se encuentra la diversificación de los datos de

entrenamiento, auditorías regulares por parte de terceros y la transparencia sobre el funcionamiento de estos sistemas y bajo qué criterios toman decisiones.

### Ética en el tratamiento de datos personales:

La recopilación y el uso de datos personales por parte de las herramientas de IA deben regirse por principios éticos claros y transparentes. Es crucial proteger la privacidad de los estudiantes y garantizar el uso responsable de sus datos.

La IA tiene el potencial de enriquecer significativamente la enseñanza de las matemáticas, ofreciendo herramientas adaptativas que pueden personalizar el aprendizaje y promover habilidades críticas. Sin embargo, su implementación exitosa requiere una consideración cuidadosa de factores como la capacitación docente, el diseño de actividades, la adaptación al estudiante, la promoción de pensamiento crítico, la mitigación de sesgos y la ética en el manejo de datos. Abordar estos desafíos es fundamental para maximizar los beneficios de la IA en la educación matemática y asegurar una integración efectiva y responsable en los entornos educativos.

### Referencias

Artiles Rodríguez, J., Guerra Santana, M., Aguiar Perera, V., & Rodríguez-Pulido, J.A. (2021). Agente conversacional virtual: la inteligencia artificial para el aprendizaje autónomo. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*.

Alfonso Garzón, L.F., & Llanos Ayola, R.J. (2018). La modernización de la educación en Colombia: retos y posibilidades. *Revista Dialogus*.

Baker, T., & Smith, L. (2019). Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges Nesta.

[https://media.nesta.org.uk/documents/Future\\_of\\_AI\\_and\\_education\\_v5\\_WEB.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf)

- Bolaño-García, M., & Duarte-Acosta, N. (2023). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*.
- Castro Morales, L. G., Pantoja Burbano, M. J., & Guanoluisa Morales, J. A. (2023). La utilización de la tecnología de ChatGPT como recurso para la aplicación de la lógica matemática. *Revista Conrado*, 19(S2), 570-579. Recuperado a partir de <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/3300>
- Cázares Balderas, M.D., & Páez, D.A. (2023). Práctica docente y metacognición en bachillerato para favorecer el aprendizaje en la clase de matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*.
- Chávez, M.H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2018). Learning and teaching early math: The learning trajectories approach. Nueva York, Routledge
- Cordero Monzón, M.A. (2024). Inteligencia Artificial en el aula: oportunidades y desafíos para la didáctica de la matemática y física universitaria. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*.
- Durán Muñoz, María Lorena, & Vigueras Moreno, José Alberto. (2023). Aula invertida inteligente como estrategia didáctica emergente para la enseñanza-aprendizaje de matemática. *Revista Cubana de Educación Superior*, 42(1), 16. Epub 20 de marzo de 2023. Recuperado el 18 de marzo de 2024, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025743142023000100016&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025743142023000100016&lng=es&tlng=es).
- Galindo Perdomo, V. (2021). Ministerio de Educación Nacional de Colombia: un nuevo modelo de gestión y redes colaborativas para una educación con calidad. Universidad Externado de Colombia, *Revista Opera*.
- García-Peña, V.R., Mora-Marcillo, A.B., & Ávila-Ramírez, J.A. (2020). La inteligencia artificial en la educación. *Revista Dominio de las Ciencias*, 6, 648-666.
- García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411.
- González-González, C.S. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en la educación: transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Curriculum. Revista de Teoría, Investigación y Práctica educativa*.
- Grisales Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Revista Entramado*, 14(2), 198-214. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>
- Hidayat, R., Mohamed, M.Z., Suhaizi, N.N., Sabri, N.B., Mahmud, M.K., & Baharuddin, S.K. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial intelligence in education. Globethics Publications.
- Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and Research Trends of Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review. *Mathematics*, 9(6), 584. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/math9060584>
- L., Pedro. (2023). "Inteligencia Artificial y Educación Matemática: oportunidades y desafíos", en *Boletín de la Sociedad Chilena de Educación Matemática*, edición julio 2023.
- Li, Qing & Ma, Xin. (2010). A Meta-analysis of the Effects of Computer Technology on School Students' Mathematics Learning. *Educational Psychology Review*. 22. 215-243. 10.1007/s10648-010-9125-8.

Mancipe Caicedo, C. P. (2023). La enseñanza de las matemáticas en la era de la Inteligencia Artificial. *Aula Urbana*, 1(130).

<https://revistas.idep.edu.co/index.php/mau/article/view/3031>

Mengist, W., Soromessa, T. y Legese, G. (2020). Método para realizar una revisión sistemática de la literatura y un metaanálisis de investigación en ciencias ambientales. *MethodsX*, 7, 100777. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>

Montenegro-Rueda, M. y Fernández-Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 95-114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>

Moya-Carrera, Y. (2023). Uso de realidad virtual y aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. *Revista Científica Kosmos*.

Noss, Richard & Hoyles, Celia. (2019). Micromundos, Construcciónismo y Matemáticas. *Revista Educación Matemática*. 31. 7-21. 10.24844/EM3102.01.

OECD Digital Education Outlook (2021). OECD Digital Education Outlook.

Organización de Estados Iberoamericanos. El futuro de la Inteligencia Artificial en educación en América Latina. ProFuturo y OEI (2023)

Ortiz, S.G. (2019). Computadores para Educar. Un caso de construcción del uso educativo del computador.

Padilla-Escorcía, I.A., & Acevedo-Rincón, J.P. (2022). Conocimiento especializado del Profesor de Matemáticas en la enseñanza de la Modelación de la Elipse a través de Recursos Tecnológicos. *Revista Lasallista de Investigación*.

Paredes Rizo, C. (2021). Chatbots en educación secundaria: retos y propuestas para su aplicación en el aula. Universidad de Valladolid.

Parra Sánchez, J.S., Torres Pardo, I.D., & Martínez De Merino, C.Y. (2023). Personalización de recursos para la enseñanza de matemáticas universitarias usando inteligencia artificial. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*.

Pelánek, R. Bayesian knowledge tracing, logistic models, and beyond: an overview of learner modeling techniques, "User Modeling and User-Adapted Interaction", 2017, pp. 313-350

Quiroz Rosas, V. (2023). Aplicaciones de Inteligencia Artificial aliadas en la enseñanza de las Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*.

Rizvi, S.Z., Waite, J., & Sentance, S. (2023). Artificial Intelligence teaching and learning in K-12 from 2019 to 2022: A systematic literature review. *Revista Computadoras y Educación: Inteligencia Artificial*, 4, 100145.

Rodríguez Chávez, Mario Humberto. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22), e015. Epub 21 de mayo de 2021. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.848>

Rodríguez, R.J., & Ishmael, K. (2023). Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning.

Russell, S. J. 1., Norvig, P., & Davis, E. (2016). Artificial intelligence: a modern approach. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.