



Inteligencia artificial y didáctica matemática

Artificial intelligence and mathematical didactics

Johann Verney Méndez-Gamba
johann-v.mendez-g@up.ac.pa

Universidad de Panamá, Panamá, Provincia de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0009-0008-6332-4850>

RESUMEN

El estudio se propuso analizar la integración de la inteligencia artificial en la didáctica matemática como estrategia innovadora para transformar procesos de enseñanza y aprendizaje en educación superior. Se empleó diseño descriptivo documental mediante análisis sistemático de quince fuentes bibliográficas publicadas entre 2022-2025, estructurado en cuatro fases: identificación y selección, análisis preliminar, análisis de contenido y síntesis interpretativa. Los resultados identificaron cinco categorías temáticas: aplicaciones de IA en educación matemática incluyendo sistemas tutores adaptativos, plataformas de evaluación automatizada y herramientas de visualización dinámica; efectos positivos sobre rendimiento académico mediante retroalimentación formativa personalizada; factores que influyeron sobre adopción docente como creencias pedagógicas, competencias tecnológicas y apoyo institucional; desafíos relacionados con equidad tecnológica e infoxicación; y perspectivas teóricas enfatizando subordinación de tecnología a objetivos pedagógicos humanistas. La integración efectiva requirió equilibrio cuidadoso entre aprovechamiento de capacidades tecnológicas y preservación de valores pedagógicos fundamentales, demandando atención simultánea a desarrollo profesional docente.

Descriptor: inteligencia artificial; enseñanza de las matemáticas; enseñanza superior. (Fuente: Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The study aimed to analyse the integration of artificial intelligence in mathematics teaching as an innovative strategy to transform teaching and learning processes in higher education. A descriptive documentary design was used, involving a systematic analysis of fifteen bibliographic sources published between 2022 and 2025, structured in four phases: identification and selection, preliminary analysis, content analysis, and interpretative synthesis. The results identified five thematic categories: AI applications in mathematics education, including adaptive tutoring systems, automated assessment platforms, and dynamic visualisation tools; positive effects on academic performance through personalised formative feedback; factors influencing teacher adoption, such as pedagogical beliefs, technological skills, and institutional support; challenges related to technological equity and infoxication; and theoretical perspectives emphasising the subordination of technology to humanistic pedagogical objectives. Effective integration required a careful balance between leveraging technological capabilities and preserving fundamental pedagogical values, demanding simultaneous attention to teacher professional development.

Descriptors: artificial intelligence; mathematics education; higher education. (Source: UNESCO Thesaurus).

Recibido: 29/08/2025. Revisado: 12/09/2025. Aprobado: 16/09/2025. Publicado: 22/11/2025.

Sección artículos de investigación



INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas en educación superior constituye un campo disciplinar complejo que históricamente ha enfrentado desafíos relacionados con la comprensión conceptual profunda, el desarrollo de competencias de razonamiento abstracto y la transferencia de conocimientos a contextos de aplicación auténtica. Estas dificultades se manifiestan de manera recurrente en altos índices de reprobación, deserción estudiantil y actitudes negativas hacia las matemáticas que limitan significativamente las trayectorias académicas y profesionales de miles de estudiantes universitarios en contextos latinoamericanos y globales. Ante esta problemática persistente, que trasciende metodologías tradicionales y reformas curriculares convencionales, emerge la necesidad de explorar alternativas innovadoras que aprovechen desarrollos tecnológicos contemporáneos para transformar radicalmente las prácticas didácticas en matemáticas.

En este contexto de búsqueda de alternativas pedagógicas efectivas, el desarrollo exponencial de la inteligencia artificial durante la última década ha abierto posibilidades sin precedentes para reimaginar procesos educativos en disciplinas que tradicionalmente han presentado barreras de acceso significativas. Tal como plantean Gabriel et al. (2025), la inteligencia artificial pragmática en la educación desempeña un papel transformador en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, ofreciendo sistemas adaptativos capaces de personalizar experiencias educativas según perfiles cognitivos individuales, proporcionar retroalimentación inmediata sobre errores conceptuales y generar trayectorias de aprendizaje optimizadas mediante algoritmos de aprendizaje automático. Esta convergencia entre capacidades tecnológicas avanzadas y necesidades pedagógicas urgentes configura un escenario prometedor pero simultáneamente complejo que requiere análisis riguroso desde perspectivas educativas fundamentadas.

Paralelamente, la investigación en didáctica de las matemáticas ha acumulado conocimiento sustancial sobre naturaleza de dificultades de aprendizaje, procesos cognitivos involucrados en construcción de conceptos matemáticos y características de ambientes instruccionales efectivos que favorecen comprensión profunda. Este cuerpo de conocimiento didáctico debe dialogar productivamente con desarrollos tecnológicos emergentes para evitar caer en determinismos instrumentales que subordinen objetivos educativos a lógicas algorítmicas. Reflexionando críticamente sobre esta tensión, Suárez-Estavillo (2025) interroga si la inteligencia artificial en la educación representa genuina transformación o meramente infoxicación que sobrecarga sistemas educativos sin producir mejoras sustantivas en aprendizaje, planteando la necesidad de aproximaciones críticas que evalúen rigurosamente impactos reales de tecnologías inteligentes en contextos educativos concretos.

Bajo la literatura especializada actualmente se pueden encontrar diversas experiencias sobre la integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de matemáticas que engloban no solamente los sistemas tutores inteligentes y plataformas de evaluación basadas en la inteligencia artificial y la personalización, también se encuentran proyectos de visualización dinámica y asistentes virtuales para la solución de problemas matemáticos. Como se demuestra a través de la revisión sistemática sobre la inteligencia artificial en la enseñanza matemática presentada por Mohamed et al. (2022), se pueden encontrar diversas posibilidades técnicas dirigidas a la automatización del diagnóstico sobre la dificultad del aprendizaje y la creación personalizada de ejercicios según cada nivel demostrado por los estudiantes.

Por otra parte, es importante estudiar los factores de influencia sobre la adopción por parte de los docentes de las tecnologías de inteligencia artificial en el contexto de las matemáticas, al entender que la disponibilidad no es sinónimo de implementación de dichas tecnologías. En esta línea, Li (2024) investigó la integración de la inteligencia artificial en educación matemática primaria, examinando influencias internas y externas sobre la adopción docente, identificando que creencias pedagógicas, competencias tecnológicas, apoyo institucional y percepción de utilidad constituyen factores determinantes que median entre disponibilidad de recursos tecnológicos y su uso efectivo en aulas reales. Estas evidencias subrayan que integración exitosa de IA en didáctica matemática trasciende dimensiones puramente técnicas, requiriendo



atención a factores humanos, organizacionales y culturales que configuran prácticas educativas concretas.

Considerando este panorama complejo que articula oportunidades tecnológicas con desafíos pedagógicos tradicionales y emergentes, el presente estudio se propone analizar la integración de la inteligencia artificial en la didáctica matemática como estrategia innovadora para transformar procesos de enseñanza y aprendizaje en educación superior.

MÉTODO

En correspondencia con los objetivos planteados, el diseño descriptivo documental empleado en la presente investigación permitió comprender y analizar sistemáticamente la producción científica relacionada con la incorporación de la Inteligencia Artificial en la Didáctica Matemática. Esta aproximación metodológica resulta pertinente cuando se busca describir, interpretar y sintetizar un cuerpo de información vinculado con hechos y fenómenos del ámbito educativo que se encuentran en etapa emergente.

Asimismo, el proceso de revisión documental se organizó siguiendo cuatro fases metodológicas diferenciadas que garantizaron un tratamiento sistemático y riguroso de la información. La primera etapa de identificación y selección contempló la aplicación de criterios de inclusión orientados a incorporar documentación bibliográfica que abordara explícitamente la integración de la inteligencia artificial en escenarios de enseñanza de las matemáticas. Se priorizó la inclusión de artículos publicados en revistas académicas especializadas, libros académicos sobre la temática y documentos con fundamentación teórica sólida.

Posteriormente, durante la segunda fase de análisis preliminar, se realizó una evaluación de quince documentos que cumplieran los criterios preestablecidos, verificando su pertinencia temática mediante la revisión de resúmenes, introducción, metodología y conclusiones de cada texto examinado. Se incluyeron investigaciones publicadas entre 2022 y 2025, lo que facilitó el acceso tanto a desarrollos conceptuales consolidados como a avances tecnológicos y pedagógicos recientes, permitiendo caracterizar la evolución de las aproximaciones sobre la integración de IA en la enseñanza matemática.

En consecuencia, la tercera fase correspondió al análisis de contenido, en la cual se examinaron minuciosamente los documentos seleccionados, identificando patrones temáticos, enfoques metodológicos y resultados relevantes. Este análisis permitió extraer las contribuciones teóricas y prácticas más significativas de cada fuente consultada.

Por último, la cuarta fase comprendió la síntesis interpretativa de los contenidos analizados, estableciendo conexiones entre perspectivas teóricas diversas y evidencia empírica, con el fin de construir una comprensión integrada del fenómeno estudiado. Esta síntesis se orientó específicamente hacia el análisis de la integración de la inteligencia artificial en la didáctica matemática, articulando las diferentes contribuciones en una narrativa coherente que respondiera a la pregunta de investigación planteada, reconociendo al mismo tiempo las dificultades y contradicciones identificadas en la literatura.

Conviene señalar que, como método descriptivo documental, existen limitaciones inherentes que incluyen la dependencia de fuentes secundarias, la imposibilidad de generar datos primarios mediante observación o experimentación directa, y la susceptibilidad al sesgo de publicación, donde tienden a privilegiarse experiencias exitosas sobre implementaciones problemáticas. No obstante, este método resulta apropiado y útil para sistematizar el conocimiento existente, identificar tendencias emergentes y detectar vacíos que requieren investigación empírica posterior en el área de estudio.

RESULTADOS

El análisis sistemático de las fuentes documentales seleccionadas permite identificar múltiples dimensiones relacionadas con la integración de la inteligencia artificial en la didáctica matemática. Los resultados se organizan en cinco categorías temáticas que emergen de la literatura revisada: aplicaciones de inteligencia artificial en educación matemática, efectos sobre aprendizaje y rendimiento académico, factores que influyen sobre adopción docente,



desafíos y tensiones identificadas, y perspectivas críticas sobre transformación educativa mediante IA.

Aplicaciones de inteligencia artificial en educación matemática

La incorporación de inteligencia artificial en educación matemática se materializa en aplicaciones tecnológicas diversas que abarcan desde sistemas tutores adaptativos hasta plataformas de análisis predictivo de datos educativos. Estas aplicaciones varían significativamente en sofisticación algorítmica, fundamentación pedagógica y alcance de sus pretensiones transformadoras, requiriendo caracterización diferenciada que reconozca especificidades técnicas y educativas de cada aproximación.

Desde una perspectiva panorámica que sintetiza múltiples aplicaciones, Mohamed et al. (2022) realizaron una revisión sistemática de la literatura sobre inteligencia artificial en educación matemática, identificando que las aplicaciones más frecuentemente documentadas incluyen sistemas tutores inteligentes que adaptan contenidos según desempeño estudiantil, plataformas de evaluación automatizada que proporcionan retroalimentación inmediata sobre errores conceptuales, herramientas de visualización dinámica que facilitan comprensión de conceptos abstractos, y sistemas de recomendación que sugieren recursos de aprendizaje personalizados según perfil cognitivo individual. Esta diversidad de aplicaciones refleja la versatilidad de tecnologías de IA para abordar diferentes aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje matemático, desde motivación inicial hasta dominio avanzado de conceptos complejos.

Profundizando en aplicaciones específicas orientadas a resolución de problemas, Duarte-Cango et al. (2024) analizaron el uso de la inteligencia artificial en la resolución de problemas matemáticos, documentando innovaciones y mejoras del rendimiento académico en educación superior que resultan de sistemas capaces de descomponer problemas complejos en pasos manejables, identificar errores procedimentales específicos y proporcionar andamiaje cognitivo personalizado según necesidades individuales detectadas algorítmicamente. Estas herramientas trascienden funciones de simple calculadora o verificador de respuestas, constituyendo ambientes de aprendizaje interactivos donde estudiantes construyen comprensión mediante diálogo con sistemas inteligentes que responden dinámicamente a sus acciones.

Paralelamente, investigaciones han explorado el uso de modelos de inteligencia artificial para optimización global de procesos de enseñanza matemática, yendo más allá de apoyo individual a estudiantes para abarcar planificación instruccional, diseño curricular y evaluación formativa. Al respecto, Rivas-Díaz et al. (2024) examinaron el uso de modelos de inteligencia artificial en la optimización de la enseñanza de matemáticas en educación superior, evidenciando que algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar patrones de desempeño estudiantil a nivel agregado, identificar contenidos que generan dificultades recurrentes y sugerir ajustes instruccionales basados en evidencia de efectividad diferencial de diferentes aproximaciones didácticas. Esta dimensión analítica de la IA promete informar mejoramiento continuo de prácticas docentes mediante retroalimentación sistemática imposible de generar manualmente.

Adicionalmente, desarrollos recientes en inteligencia artificial generativa han introducido nuevas posibilidades para educación matemática que trascienden aplicaciones tradicionales. Reflexionando sobre estas transformaciones emergentes, Walkington (2025) analiza las implicaciones de la inteligencia artificial generativa para la educación matemática, señalando que sistemas capaces de generar explicaciones personalizadas, construir problemas adaptados a intereses estudiantiles específicos y proporcionar múltiples representaciones de conceptos matemáticos podrían democratizar acceso a experiencias educativas de alta calidad previamente reservadas a contextos privilegiados con recursos abundantes. No obstante, estas mismas capacidades generativas plantean interrogantes sobre autenticidad del trabajo estudiantil, desarrollo de pensamiento independiente y preservación de desafíos cognitivos apropiados que favorecen aprendizaje profundo.

En contextos específicos latinoamericanos, investigaciones han documentado aplicaciones de IA adaptadas a necesidades y recursos de sistemas educativos regionales. Siguiendo esta



línea contextualizada, Coy-García et al. (2024) estudiaron la inteligencia artificial aplicada a la enseñanza de la matemática en contextos donde infraestructura tecnológica puede ser limitada, identificando que incluso aplicaciones relativamente simples de IA pueden generar efectos positivos cuando se integran reflexivamente en prácticas pedagógicas fundamentadas, sugiriendo que sofisticación tecnológica no constituye requisito absoluto para aprovechamiento educativo de recursos de inteligencia artificial.

Efectos sobre aprendizaje y rendimiento académico

La literatura revisada documenta efectos generalmente positivos de la integración de inteligencia artificial sobre diferentes dimensiones del aprendizaje matemático, aunque con variabilidad considerable según características de implementación, contexto educativo y población estudiantil específica. Estos efectos abarcan desde mejoras en rendimiento académico medido mediante evaluaciones estandarizadas hasta transformaciones en actitudes hacia las matemáticas y desarrollo de competencias metacognitivas.

Respecto a impactos sobre rendimiento académico, variable frecuentemente utilizada como indicador de efectividad educativa, Duarte-Cango et al. (2024) reportan que el uso de la inteligencia artificial en la resolución de problemas matemáticos genera innovaciones que se traducen en mejoras significativas del rendimiento académico en educación superior, particularmente cuando sistemas inteligentes proporcionan retroalimentación formativa oportuna que permite a estudiantes identificar y corregir errores conceptuales antes de que se consoliden como concepciones alternativas resistentes al cambio. Estas mejoras en rendimiento se atribuyen principalmente a personalización del aprendizaje que permite a cada estudiante progresar a ritmo apropiado sin presiones temporales artificiales que caracterizan instrucción masiva tradicional.

Complementariamente, estudios han explorado mecanismos mediante los cuales IA genera efectos sobre aprendizaje, yendo más allá de correlaciones para examinar procesos cognitivos y metacognitivos mediadores. En esta línea analítica, Huang et al. (2025) investigaron la aplicación del aprendizaje automático al análisis de datos de procesos educativos, identificando que sistemas inteligentes pueden detectar patrones sutiles en comportamientos de aprendizaje que predicen dificultades futuras, permitiendo intervenciones preventivas antes de que estudiantes acumulen déficits conceptuales significativos. Esta capacidad predictiva de la IA introduce posibilidades de educación preventiva que contrasta con modelos reactivos tradicionales que abordan dificultades solo después de manifestarse en fracasos académicos evidentes.

Paralelamente, investigaciones han examinado efectos diferenciales de IA según características estudiantiles, reconociendo que tecnología no opera uniformemente sobre poblaciones heterogéneas. Aunque los documentos revisados no proporcionan análisis extensivos de equidad, sugieren que beneficios de IA podrían ser mayores para estudiantes con menor rendimiento inicial, potencialmente reduciendo brechas de aprendizaje si se implementa con atención explícita a dimensiones de justicia educativa.

En contextos específicos de ingeniería, donde competencias matemáticas constituyen fundamento de formación profesional, se han documentado efectos particularmente relevantes. Al respecto, Sánchez-Castillo y Jiménez-Pérez (2025) analizan el uso de inteligencia artificial para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en estudiantes de ingeniería, evidenciando que herramientas de IA facilitan conexión entre formalismo matemático abstracto y aplicaciones ingenieriles concretas, superando fragmentación tradicional entre matemáticas teóricas y conocimientos disciplinares de ingeniería. Esta integración resulta particularmente valiosa para motivar a estudiantes que frecuentemente cuestionan relevancia de contenidos matemáticos para sus futuras prácticas profesionales.

Adicionalmente, efectos de IA trascienden dimensiones puramente cognitivas para abarcar aspectos afectivos y motivacionales que influyen significativamente sobre compromiso estudiantil con aprendizaje matemático. Sistemas inteligentes que proporcionan retroalimentación inmediata, celebran progresos incrementales y ajustan nivel de desafío para mantener equilibrio entre dificultad y capacidad pueden generar experiencias de flujo que



contrastan con frustración y ansiedad frecuentemente asociadas con aprendizaje matemático tradicional.

Factores que influyen sobre adopción docente de inteligencia artificial

La disponibilidad técnica de herramientas de inteligencia artificial no garantiza su adopción efectiva por docentes ni su integración reflexiva en prácticas instruccionales cotidianas. Múltiples factores personales, institucionales y contextuales median entre disponibilidad de recursos tecnológicos y su uso pedagógico fundamentado, requiriendo atención explícita en cualquier esfuerzo de transformación educativa mediante IA.

Desde una perspectiva comprehensiva que examina múltiples niveles de influencia, Li (2024) investigó factores internos y externos que influyen sobre la adopción docente de inteligencia artificial en educación matemática, identificando que creencias pedagógicas previas, competencias tecnológicas percibidas, apoyo institucional disponible, presiones curriculares y percepción de utilidad constituyen determinantes principales de decisiones docentes sobre incorporación de IA en prácticas instruccionales. Estos resultados subrayan que transformación educativa mediante tecnología requiere atención simultánea a múltiples niveles de intervención, desde desarrollo profesional individual hasta políticas institucionales que legitimen y apoyen innovación pedagógica.

Particularmente relevante resulta el papel de competencias tecnológicas docentes, frecuentemente citado como barrera significativa para adopción de innovaciones digitales en educación. Docentes que perciben su competencia tecnológica como insuficiente tienden a evitar o minimizar uso de herramientas complejas, independientemente de su potencial pedagógico. Esta dinámica resulta especialmente problemática en educación matemática, donde docentes frecuentemente poseen formación disciplinar sólida pero experiencia tecnológica limitada, generando tensiones entre reconocimiento de potencial de IA y capacidad percibida para implementarla efectivamente.

Complementariamente, factores institucionales como disponibilidad de infraestructura tecnológica, apoyo técnico accesible y políticas que reconocen esfuerzos de innovación influyen significativamente sobre disposición docente a experimentar con nuevas aproximaciones pedagógicas. Contextos institucionales que proporcionan tiempo, recursos y reconocimiento para experimentación pedagógica facilitan adopción de IA, mientras que ambientes caracterizados por sobrecarga laboral, recursos limitados y culturas conservadoras inhiben innovación incluso cuando docentes individuales podrían estar motivados.

Adicionalmente, la literatura sugiere que creencias pedagógicas fundamentales sobre naturaleza del aprendizaje matemático y roles apropiados de tecnología en educación constituyen filtros poderosos que median interpretación y uso de herramientas de IA. Docentes con orientaciones pedagógicas constructivistas pueden integrar IA como herramienta para apoyar exploración estudiantil autónoma, mientras que docentes con orientaciones transmisivas podrían utilizar las mismas herramientas meramente para practicar procedimientos algorítmicos, generando experiencias de aprendizaje cualitativamente diferentes a partir de tecnologías idénticas.

Desafíos y tensiones identificadas en integración de inteligencia artificial

La integración de inteligencia artificial en didáctica matemática no constituye proceso libre de problemas o tensiones, sino que plantea desafíos sustanciales que requieren navegación cuidadosa para evitar efectos contraproducentes. Estos desafíos abarcan dimensiones técnicas, pedagógicas, éticas y sociales que interactúan de maneras complejas en contextos educativos reales.

Desde una perspectiva crítica que examina tanto promesas como peligros de IA en educación, Suárez-Estavillo (2025) interroga si la inteligencia artificial representa transformación genuina o meramente inofensiva que sobrecarga sistemas educativos sin producir mejoras sustantivas, argumentando que adopción acrítica de tecnologías inteligentes puede desviar atención y recursos de intervenciones pedagógicas fundamentadas hacia soluciones tecnológicas espectaculares pero superficiales. Esta perspectiva crítica resulta especialmente pertinente en



contextos latinoamericanos donde recursos educativos son limitados y decisiones de inversión requieren evaluación rigurosa de efectividad real versus promesas comerciales.

Paralelamente, desafíos relacionados con equidad tecnológica emergen como preocupación central en contextos caracterizados por desigualdades socioeconómicas significativas. Acceso diferencial a infraestructura tecnológica, conectividad confiable y dispositivos apropiados puede amplificar brechas educativas existentes si beneficios de IA se concentran en poblaciones estudiantiles privilegiadas mientras estudiantes de contextos desfavorecidos permanecen excluidos de innovaciones pedagógicas. Esta dinámica requiere políticas deliberadas de equidad que aseguren democratización de acceso a recursos tecnológicos educativos.

Adicionalmente, tensiones emergen entre automatización de procesos educativos mediante IA y preservación de dimensiones humanas del aprendizaje que requieren interacción social, diálogo argumentativo y negociación de significados. Matemáticas no constituyen simplemente conjunto de procedimientos algorítmicos que pueden automatizarse completamente, sino práctica cultural que involucra construcción colectiva de significados, argumentación rigurosa y apreciación estética de elegancia matemática. Sobre-dependencia de sistemas automatizados podría empobrecer estas dimensiones humanas del aprendizaje matemático si no se integra reflexivamente con experiencias sociales ricas.

Reflexionando sobre oportunidades y riesgos simultáneos, Cordero-Monzón (2024) analiza la inteligencia artificial en el aula como fenómeno que presenta tanto oportunidades como desafíos para la didáctica de la matemática universitaria, argumentando que navegación exitosa de esta frontera educativa requiere equilibrio cuidadoso entre aprovechamiento de capacidades tecnológicas y preservación de valores pedagógicos fundamentales centrados en desarrollo de pensamiento crítico, creatividad matemática y autonomía intelectual. Este equilibrio resulta difícil de lograr en práctica, requiriendo reflexión pedagógica continua y evaluación crítica de implementaciones específicas.

Complementariamente, desafíos relacionados con formación docente emergen como obstáculo significativo para integración efectiva de IA. Docentes requieren no solamente competencias técnicas para operar herramientas específicas, sino comprensión pedagógica profunda de cómo integrar tecnología en secuencias instruccionales coherentes que promuevan objetivos de aprendizaje significativos. Esta formación pedagógico-tecnológica resulta frecuentemente ausente en programas de desarrollo profesional disponibles, limitando capacidad de docentes para aprovechar plenamente potencial de IA.

Perspectivas teóricas sobre transformación educativa mediante inteligencia artificial

La literatura especializada ofrece múltiples marcos conceptuales para comprender naturaleza y alcance de transformaciones educativas que la inteligencia artificial podría catalizar en educación matemática. Estas perspectivas varían desde optimismo tecnológico que anticipa revoluciones pedagógicas hasta escepticismo crítico que cuestiona pretensiones transformadoras de soluciones tecnológicas.

Desde una perspectiva comprehensiva que sintetiza desarrollos teóricos y prácticos, Richard et al. (2022) editaron un volumen sobre educación matemática en la era de la inteligencia artificial, explorando cómo la inteligencia artificial puede servir al aprendizaje matemático humano sin subordinar objetivos educativos a lógicas algorítmicas. Este marco conceptual enfatiza que tecnología debe permanecer como medio al servicio de fines educativos humanistas, nunca como fin en sí misma que determine direcciones pedagógicas.

Paralelamente, perspectivas pragmáticas enfatizan importancia de implementaciones contextualizadas que reconocen especificidades de diferentes contextos educativos. Coherentemente con esta orientación, Gabriel et al. (2025) proponen aproximación de inteligencia artificial pragmática en educación que reconoce tanto posibilidades tecnológicas como limitaciones prácticas de implementación en contextos reales con recursos finitos, culturas institucionales específicas y poblaciones estudiantiles heterogéneas. Esta perspectiva pragmática contrasta con visiones utópicas que asumen capacidad ilimitada de tecnología para resolver problemas educativos complejos mediante intervenciones puramente técnicas.



Adicionalmente, revisiones sistemáticas de literatura proporcionan síntesis de evidencia empírica acumulada que pueden informar desarrollos teóricos fundamentados en datos. En esta línea, Manqueban y Huincahue (2024) realizaron una revisión sistemática sobre inteligencia artificial en educación matemática, identificando tendencias dominantes, vacíos de investigación y direcciones futuras prometedoras que requieren atención investigativa adicional. Estas síntesis evidencian que campo permanece emergente con más preguntas que respuestas definitivas, requiriendo investigación empírica continua para fundamentar sólidamente prácticas de integración de IA.

Complementariamente, aproximaciones críticas cuestionan narrativas dominantes sobre inevitabilidad de transformación tecnológica, argumentando que decisiones sobre incorporación de IA en educación constituyen elecciones políticas y pedagógicas que requieren deliberación democrática amplia. Estas perspectivas enfatizan importancia de considerar quién se beneficia de diferentes configuraciones tecnológicas, qué valores pedagógicos se priorizan o marginan, y cómo poder y recursos se distribuyen mediante decisiones sobre inversión tecnológica educativa.

DISCUSIÓN

A partir de la perspectiva pedagógica fundamental, la articulación entre IA y didáctica matemática representa más que la simple instrumentalización tecnológica de prácticas existentes, constituyendo una potencial reconfiguración de las relaciones entre docente, estudiante, conocimiento matemático y mediación tecnológica. Coherentemente con esta interpretación transformadora, Gabriel et al. (2025) argumentan que la inteligencia artificial puede desempeñar un papel transformador en matemáticas cuando se integra reflexivamente en marcos pedagógicos que priorizan la comprensión conceptual profunda sobre la memorización algorítmica superficial. Esta transformación no resulta automática de la disponibilidad tecnológica, sino que requiere decisiones pedagógicas deliberadas sobre cómo, cuándo y para qué propósitos específicos utilizar los recursos de IA disponibles.

En el ámbito específico de resolución de problemas matemáticos, actividad central en el aprendizaje matemático significativo, la incorporación de IA ofrece posibilidades de andamiaje cognitivo personalizado que adapta el nivel de apoyo según las necesidades individuales dinámicamente cambiantes. Profundizando en estas posibilidades, Duarte-Cango et al. (2024) demuestran que los sistemas inteligentes pueden generar mejoras significativas en el rendimiento académico cuando proporcionan retroalimentación formativa oportuna que permite a los estudiantes construir comprensión mediante ciclos iterativos de acción, retroalimentación y reflexión. No obstante, la efectividad de estos sistemas depende críticamente de la calidad de su diseño pedagógico, no meramente de su sofisticación algorítmica, requiriendo colaboración estrecha entre expertos disciplinares, diseñadores instruccionales y desarrolladores tecnológicos.

Paralelamente, las consideraciones de equidad educativa emergen como dimensión ineludible en cualquier evaluación ética de la integración de IA en matemáticas. Aunque la tecnología promete democratizar el acceso a experiencias educativas de alta calidad mediante personalización masiva previamente inviable, los riesgos de amplificación de desigualdades existentes resultan significativos si el acceso diferencial a infraestructura tecnológica concentra beneficios en poblaciones privilegiadas. Alertando sobre estos riesgos, Suárez-Estavillo (2025) cuestiona las narrativas optimistas sobre transformación educativa mediante IA, argumentando que sin políticas deliberadas de equidad, las innovaciones tecnológicas podrían profundizar las brechas educativas que supuestamente aspiran a cerrar.

Adicionalmente, tensiones emergen entre las capacidades de automatización de IA y la naturaleza inherentemente social del aprendizaje matemático. Las matemáticas constituyen una práctica cultural que involucra no solamente la manipulación de símbolos abstractos, sino también argumentación rigurosa, negociación de significados y construcción colectiva de conocimiento que requieren interacción humana rica. Reflexionando sobre estas dimensiones sociales irreductibles, Cordero-Monzón (2024) advierte que la sobre-dependencia de sistemas automatizados podría empobrecer las experiencias de aprendizaje si desplaza oportunidades de diálogo matemático auténtico entre estudiantes y con docentes. Esta consideración sugiere



que la IA debe complementar, no reemplazar, las interacciones humanas que constituyen el núcleo de la educación matemática significativa.

Desde la perspectiva de adopción docente, factor determinante para cualquier innovación educativa, los resultados evidencian que la transformación mediante IA requiere atención simultánea a múltiples niveles de intervención. Consistentemente con esta interpretación multinivel, Li (2024) demuestra que factores internos como creencias pedagógicas y competencias tecnológicas interactúan con factores externos como apoyo institucional y recursos disponibles para configurar las decisiones docentes sobre adopción de IA. Esta comprensión multinivel sugiere que el desarrollo profesional aislado resulta insuficiente sin transformaciones institucionales que proporcionen tiempo, recursos y reconocimiento para la experimentación pedagógica con tecnologías emergentes.

Paralelamente, las cuestiones epistemológicas sobre la naturaleza del conocimiento matemático y los propósitos de la educación matemática universitaria merecen atención explícita. Si los sistemas inteligentes pueden resolver automáticamente problemas matemáticos complejos y generar explicaciones conceptuales, ¿qué competencias específicamente humanas debe cultivar la educación matemática? Esta interrogante fundamental invita a repensar los objetivos formativos, enfatizando capacidades de orden superior como creatividad matemática, razonamiento crítico sobre validez de argumentos, apreciación estética de elegancia matemática y capacidad para formular preguntas significativas que orienten la indagación productiva. Estas competencias trascienden la automatización algorítmica, representando el valor añadido distintivamente humano que la educación debe preservar y cultivar deliberadamente.

Los resultados también subrayan que la efectividad de IA en educación matemática depende críticamente de la calidad del diseño pedagógico que subyace a las implementaciones tecnológicas específicas. Las herramientas tecnológicamente sofisticadas pueden generar experiencias educativas pobres si no se fundamentan en una comprensión profunda de los procesos de aprendizaje matemático, la naturaleza de dificultades conceptuales características y los principios didácticos efectivos. Coherentemente con esta interpretación, Rivas-Díaz et al. (2024) evidencian que la optimización de la enseñanza mediante IA requiere integración reflexiva de conocimiento didáctico disciplinar con capacidades tecnológicas, nunca subordinación de pedagogía a lógicas algorítmicas.

Mirando hacia el futuro, la investigación educativa requiere estudios empíricos más rigurosos que documenten efectos longitudinales de la integración de IA sobre el aprendizaje matemático, empleando diseños metodológicos robustos que permitan establecer relaciones causales con mayor confianza. Reconociendo estas limitaciones de la evidencia actual, Mohamed et al. (2022) señalan en su revisión sistemática que la mayoría de estudios sobre IA en educación matemática presentan diseños descriptivos o correlacionales que dificultan conclusiones definitivas sobre efectividad, sugiriendo la necesidad de investigación experimental más rigurosa.

Adicionalmente, resulta imperativo explorar los mecanismos cognitivos y metacognitivos mediante los cuales la IA genera efectos sobre el aprendizaje, yendo más allá de correlaciones para comprender procesos subyacentes. Avanzando en esta dirección analítica, Huang et al. (2025) proponen que la aplicación de aprendizaje automático al análisis de datos de procesos educativos puede revelar patrones sutiles en comportamientos de aprendizaje que escapan a la observación humana convencional, proporcionando comprensión más profunda de cómo los estudiantes construyen conocimiento matemático en interacción con sistemas inteligentes.

En síntesis, el análisis de la literatura sugiere que la integración de inteligencia artificial en didáctica matemática representa una frontera educativa que requiere equilibrio cuidadoso entre el aprovechamiento de capacidades tecnológicas y la preservación de valores pedagógicos fundamentales. Concordando con esta perspectiva equilibrada, Richard et al. (2022) proponen que la inteligencia artificial debe servir al aprendizaje matemático humano, nunca subordinarlo a lógicas algorítmicas que priorizan eficiencia computacional sobre comprensión conceptual profunda, creatividad matemática y desarrollo de pensamiento crítico. Esta visión equilibrada



puede orientar la navegación responsable de transformaciones educativas impulsadas por la innovación tecnológica acelerada.

CONCLUSION

El análisis muestra que las aplicaciones de inteligencia artificial en educación matemática como los sistemas tutores adaptativos, las plataformas de evaluación automatizada, las herramientas de visualización dinámica y los asistentes de resolución de problemas favorecen el rendimiento académico y el aprendizaje de los estudiantes. Este impacto positivo se observa especialmente cuando estas tecnologías se apoyan en diseños pedagógicos bien estructurados, que dan prioridad a la comprensión conceptual mediante retroalimentación formativa personalizada y andamiaje cognitivo adaptativo. No obstante, la efectividad de estas herramientas tecnológicas depende en gran medida de factores humanos, organizacionales y contextuales que influyen en su adopción por parte de los docentes. Entre estos factores se encuentran las creencias pedagógicas de los maestros, sus competencias tecnológicas, el respaldo institucional que reciben y la percepción que tienen sobre la utilidad real de estas aplicaciones.

FINANCIAMIENTO

No monetario

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de ciencias.

REFERENCIAS

- Cordero-Monzón, M. Á. (2024). Inteligencia artificial en el aula: oportunidades y desafíos para la didáctica de la matemática y física universitaria [Artificial intelligence in the classroom: Opportunities and challenges for the didactics of university mathematics and physics]. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 4(1), 193-207. <https://doi.org/10.51660/ripie.v4i1.154>
- Coy-García, G., Fuel-Bermeo, A., Durán-Pardo, V., & Coloma-Añazco, J. (2024). La inteligencia artificial aplicada a la enseñanza de la matemática [Artificial intelligence applied to mathematics teaching]. *Conocimiento Global*, 9(1), 234-242. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v9i1.357>
- Duarte-Cango, A. X., Bustillos-Castillo, D. A., Hidalgo-Cajo, D. P., & Mullo-Cóndor, K. S. (2024). Uso de la inteligencia artificial en la resolución de problemas matemáticos: innovación y mejora del rendimiento académico en la educación superior [Use of artificial intelligence in solving mathematical problems: Innovation and improvement of academic performance in higher education]. *Reincisol*, 3(6), 3573-3593. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)3573-3593](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)3573-3593)
- Gabriel, F., Kennedy, J., Marrone, R., et al. (2025). Pragmatic AI in education and its role in mathematics learning and teaching [IA pragmática en la educación y su papel en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas]. *npj Science of Learning*, 10, 26. <https://doi.org/10.1038/s41539-025-00315-4>
- Huang, J., Xin, Y. P., & Chang, H. H. (2025). The Application of Machine Learning to Educational Process Data Analysis: A Systematic Review. *Education Sciences*, 15(7), 888. <https://doi.org/10.3390/educsci15070888>
- Irene, E. A. (2023). Evaluation of teacher education curricula and its relevance to licensure examination using Context, Input, Process and Product (CIPP) model [Evaluación de los currículos de formación docente y su relevancia para el examen de licenciatura utilizando el modelo Contexto, Insumo, Proceso y Producto (CIPP)]. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100607. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100607>



- Li, M. (2024). Integrating artificial intelligence in primary mathematics education: Investigating internal and external influences on teacher adoption [Integrando la inteligencia artificial en la educación matemática primaria: Investigando influencias internas y externas en la adopción docente]. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10515-w>
- Manqueban, D., & Huincahue, J. (2024). Inteligencia artificial en educación matemática: una revisión sistemática [Artificial intelligence in mathematics education: A systematic review]. *Uniciencia*, 38(1), 357-373. <https://doi.org/10.15359/ru.38-1.20>
- Mohamed, M. Z. B., Hidayat, R., Suhaizi, N. N. B., Sabri, N. B. M., Mahmud, M. K. H. B., & Baharuddin, S. N. B. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Richard, P. R., Vélez, M. P., & Van-Vaerenbergh, S. (Eds.). (2022). *Mathematics education in the age of artificial intelligence: How artificial intelligence can serve mathematical human learning* [Educación matemática en la era de la inteligencia artificial: Cómo la inteligencia artificial puede servir al aprendizaje matemático humano]. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0>
- Rivas-Díaz, J. P., Cevallos-Méndez, C. de las M., & Llange-Nieves, Z. J. (2024). Uso de modelos de inteligencia artificial en la optimización de la enseñanza de matemáticas en la educación superior [Use of artificial intelligence models in optimizing mathematics teaching in higher education]. *Reincisol*, 3(6), 4334-4355. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)4334-4355](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)4334-4355)
- Román-Cañizares, G. N. (2024). El rol de la IA en la enseñanza de matemáticas en entornos virtuales [The role of AI in mathematics teaching in virtual environments]. *Reincisol*, 3(6), 2111-2133. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)2111-2133](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)2111-2133)
- Sánchez-Castillo, V., & Jiménez-Pérez, G. A. (2025). Uso de IA para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en estudiantes de ingeniería [Use of AI to improve the teaching-learning process of mathematics in engineering students]. *Eco Matemático*, 16(1), 6-20. <https://doi.org/10.22463/17948231.4658>
- Suárez-Estavillo, U. (2025). La inteligencia artificial en la educación: ¿transformación o intoxicación? Un análisis crítico de la nueva frontera educativa [Artificial intelligence in education: Transformation or intoxication? A critical analysis of the new educational frontier]. *Sintaxis*, (14), 69-88. <https://doi.org/10.36105/stx.2025n14.05>
- Walkington, C. (2025). The implications of generative artificial intelligence for mathematics education [Las implicaciones de la inteligencia artificial generativa para la educación matemática]. *School Science and Mathematics*. <https://doi.org/10.1111/ssm.18356>

Derechos de autor: 2025 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>