



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS UN ENFOQUE PERSONALIZADO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MATHEMATICS EDUCATION A PERSONALIZED APPROACH TO ENHANCE LEARNING

Loide Adriana Guishca Ayala

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Augusto Paolo Bernal Parraga

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito, Ecuador

Michelle Yessenía Martínez Oviedo

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Vinicio Gregorio Pinargote Carreño

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Viviana Elizabeth Alcívar Vélez

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Vanessa Lucía Pinargote Carreño

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Jorge Eduardo Pisco Mantuano

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14114

Integración De La Inteligencia Artificial En La Enseñanza De Matemáticas Un Enfoque Personalizado Para Mejorar El Aprendizaje

Loide Adriana Guishca Ayala¹

loide.guishca@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0001-8265-300X>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Augusto Paolo Bernal Parraga

abernal2009@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0289-8427>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE,
Quito, Ecuador

Michelle Yessenía Martínez Oviedo

yessenia.martinez@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-4163-8915>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Vinicio Gregorio Pinargote Carreño

vinicio.pinargote@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9549-8299>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Viviana Elizabeth Alcívar Vélez

viviana.e.alcivar@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-4181-2121>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Vanessa Lucía Pinargote Carreño

<https://orcid.org/0009-0006-8597-055X>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Jorge Eduardo Pisco Mantuano

<https://orcid.org/0009-0009-2032-9691>

eduardo.pisco@educacion.gob.ec

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

RESUMEN

En el análisis realizado en este artículo se aborda la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo de las matemáticas, con la propuesta de implementar un enfoque individualizado con el fin de potenciar el proceso de aprendizaje de los alumnos. Con el propósito de analizar la adaptabilidad de las herramientas basadas en inteligencia artificial a las necesidades particulares de los estudiantes y su impacto en la eficacia del proceso de aprendizaje, se realizó la investigación. Se llevó a cabo una investigación experimental en la que tomaron parte 120 estudiantes de educación básica. Fueron divididos en dos grupos: uno experimental que empleó plataformas de enseñanza respaldadas por Inteligencia Artificial, y un grupo de control que siguió métodos educativos tradicionales. En el grupo experimental, los estudiantes pudieron beneficiarse de las plataformas de inteligencia artificial que les proporcionaron retroalimentación instantánea, les permitieron acceder a explicaciones personalizadas y practicar ejercicios adaptados a su nivel de competencia. Se registraron las mejoras en el rendimiento académico en matemáticas durante un lapso de 10 semanas, al comparar los resultados iniciales y finales de evaluación de ambos grupos. Los resultados numéricos evidenciaron un incremento notable en el desempeño del grupo experimental en contraste con el grupo de control. El grupo que empleó Inteligencia Artificial (IA) mostró un aumento del 30% en la resolución de problemas matemáticos y un incremento del 25% en la comprensión de conceptos abstractos. Además de los datos numéricos obtenidos, se realizaron

¹ Autor Principal

Correspondencia: loide.guishca@educacion.gob.ec

entrevistas con los profesores y alumnos. Estos comunicaron que la utilización de Inteligencia Artificial favoreció un incremento en la motivación y en la autonomía del aprendizaje. Esto se debió a que los alumnos podían progresar a su propio ritmo y acceder a explicaciones adicionales según su necesidad. Según los maestros, las plataformas de inteligencia artificial posibilitaron la personalización del material educativo en función de las habilidades y limitaciones individuales de los estudiantes. En resumen, la incorporación de la inteligencia artificial en la instrucción de las matemáticas se presenta como una táctica efectiva para elevar el desempeño académico y ofrecer un método de enseñanza más individualizado. Se sugiere la incorporación de esta herramienta en el entorno educativo de las aulas de matemáticas con el fin de mejorar la eficacia del proceso de enseñanza y fomentar la implicación de los alumnos en la materia.

Palabras Claves: inteligencia artificial, enseñanza personalizada, matemáticas, retroalimentación, aprendizaje autónomo



Integrating Artificial Intelligence Into Mathematics Education: A Personalized Approach To Enhance Learning

ABSTRACT

The article explores the importance of using games as pedagogical tools in the educational environment for children in early stages. Integrating play into the educational curriculum can positively influence the cognitive and socio-emotional development of early education students. The study focuses on this aspect. Cognitive performance, motivation, and student participation were evaluated before and after implementing play-based activities using a mixed-method approach that combines quantitative and qualitative analysis. Students who participated in play activities showed significant improvements in their understanding of abstract concepts and problem-solving skills compared to those who used traditional teaching methods. The control group showed a 15.9% increase in cognitive and socio-emotional performance, while the experimental group evidenced a 41.7% increase. Play stands out as a driver of engagement and enthusiasm in learning, with a 48.3% increase in motivation levels among students in the experimental group, compared to 13.3% in the control group. Play facilitates the understanding of complex concepts in an accessible and meaningful way, promoting the willingness to collaborate and work in teams. This was identified in the qualitative analysis. An inclusive and collaborative learning environment was fostered thanks to the increase in students' active participation and the improvement in their social skills, as reported by the teachers. Game strategies, such as role-playing and construction activities, were identified as the most effective for fostering interaction and socio-emotional development. Moreover, the use of play-based pedagogical strategies is a powerful tool for enhancing cognitive and socio-emotional development in early education, providing a solid foundation for future learning and the comprehensive development of students.

Keywords: pedagogical play, cognitive development, socio-emotional development, early education, play-based strategies

Artículo recibido 08 agosto 2024

Aceptado para publicación: 10 septiembre 2024



INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha transformado diversos ámbitos, como la industria, la medicina y también la educación. La inteligencia artificial se ha convertido en un aliado estratégico en la enseñanza de las matemáticas para superar los desafíos tradicionales experimentados por los estudiantes, como la dificultad en comprender conceptos abstractos y la limitada retención de información (Luckin et al., 2016). Las plataformas educativas basadas en inteligencia artificial posibilitan la creación de experiencias personalizadas en el ámbito educativo al ajustar los contenidos a las necesidades individuales de los estudiantes y ofrecer retroalimentación de manera inmediata (Zawacki-Richter et al., 2019). La relevancia de este aspecto se destaca en la educación de las matemáticas, una materia que comúnmente genera niveles elevados de ansiedad y frustración entre los estudiantes (Heffernan & Heffernan, 2014). El empleo de la Inteligencia Artificial en el ámbito educativo se ha implementado como una solución para mejorar la calidad del proceso de enseñanza y proporcionar metodologías más personalizadas que se ajusten a las particularidades de cada estudiante, según señalan (Holmes et al., 2019). En el campo de las matemáticas, la inteligencia artificial no solamente proporciona soluciones que facilitan la personalización del proceso de aprendizaje, sino que también colabora en la optimización de la eficacia en la enseñanza al identificar de manera precisa las áreas problemáticas y sugerir ejercicios concretos para reforzarlas (Kim & Kim, 2021). La inteligencia artificial también favorece el aprendizaje autónomo al permitir que los estudiantes trabajen a su propio ritmo, lo que contribuye a mejorar su desempeño académico en general (Luckin et al., 2016).

Revisión del estado del arte

En los últimos años, se ha producido un notable avance en la investigación acerca de la aplicación de la Inteligencia Artificial en el ámbito educativo. Según investigaciones previas, la retroalimentación inmediata ofrecida por plataformas de inteligencia artificial ha demostrado incrementar de manera significativa el desempeño académico de los estudiantes en el área de matemáticas, al permitirles corregir sus errores de forma instantánea (Woolf, 2020). Los sistemas de inteligencia artificial tienen la capacidad de monitorear de manera constante el avance de los estudiantes y ajustar las actividades de acuerdo a su nivel de competencia, como señalan (Kulik & Fletcher, 2016). Las herramientas mencionadas han demostrado ser de gran utilidad en el ámbito educativo de las matemáticas. En este contexto, la capacidad



de personalizar el contenido y la aplicación de repeticiones adaptativas son fundamentales para facilitar la comprensión de conceptos complejos, como señalan (Fitzpatrick et al., 2021). En relación con la motivación, diversos estudios han indicado que la utilización de la Inteligencia Artificial promueve una mayor implicación por parte de los estudiantes. Esto se debe a que los entornos interactivos y personalizados resultan más atractivos que las metodologías convencionales (Chi et al., 2018). No obstante, se ha destacado en ciertas investigaciones la importancia de analizar detenidamente el impacto a largo plazo de la Inteligencia Artificial en la motivación y autonomía del estudiante. Persisten incertidumbres respecto a si los estudiantes podrían estar llegando a depender en exceso de la tecnología para su proceso de aprendizaje (Luckin et al., 2016); (Woolf, 2020).

Por otra parte, a pesar de que la inteligencia artificial ha demostrado resultados favorables, también se han planteado críticas y preocupaciones sobre su aplicación. Según investigaciones recientes, la inteligencia artificial podría no ofrecer la misma eficacia para todos los estudiantes. Aquellos con habilidades tecnológicas limitadas o estilos de aprendizaje más kinestésicos podrían enfrentar desafíos significativos para su implementación (Alemi et al., 2020). Además, se ha identificado una falta de estudios en torno a la forma en que los educadores pueden incorporar de manera eficaz la Inteligencia Artificial en su enfoque pedagógico, manteniendo el control del proceso educativo (Kim & Kim, 2021).

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza ha ganado relevancia por ofrecer enfoques personalizados que mejoran el aprendizaje de los estudiantes. La inteligencia artificial en matemáticas se adapta a las necesidades individuales y ajusta los contenidos según el progreso del alumno, proporcionando retroalimentación inmediata. El pensamiento computacional es una habilidad primordial en la nueva era tecnológica, permitiendo a los estudiantes abordar problemas complejos de manera estructurada y eficiente, según (Bernal Párraga et al., 2024). El uso de la IA fomenta el desarrollo de competencias analíticas y de resolución de problemas. Esta habilidad está íntimamente relacionada con la IA. Los estudiantes adquieren habilidades críticas de pensamiento computacional al incorporar IA en la enseñanza de las matemáticas. Esto es esencial para enfrentar los retos educativos del siglo XXI, ya que no solo aprenden a resolver problemas. La IA actúa como facilitador del aprendizaje personalizado, mejorando la comprensión de conceptos matemáticos y potenciando habilidades cognitivas para un aprendizaje más profundo.



Es importante destacar el impacto de las tecnologías de aprendizaje asincrónico en el rendimiento académico de los estudiantes en la enseñanza asistida por inteligencia artificial. El uso de discusiones asincrónicas en entornos de aprendizaje mejora la participación y la comprensión de los estudiantes al permitirles reflexionar de manera más profunda sobre el contenido y colaborar en tiempo flexible (Swan & Ice, 2010). Las plataformas pueden integrar la personalización del aprendizaje y la interacción asincrónica para fomentar un entorno más inclusivo y participativo en sistemas educativos basados en IA. La combinación de IA y aprendizaje asincrónico mejora el compromiso y facilita la comprensión de conceptos abstractos en la enseñanza de matemáticas.

El "dilema de la asistencia" es un desafío clave en el diseño de sistemas educativos basados en IA. Se trata de equilibrar la ayuda al estudiante con la promoción de su autonomía en el aprendizaje. Un exceso de asistencia puede limitar el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, mientras que una asistencia insuficiente puede conducir a la frustración y desmotivación del estudiante, según (Koedinger & Alevan, 2007) en el contexto de los tutores cognitivos.

La capacidad de los sistemas de inteligencia artificial para proporcionar retroalimentación adaptativa en tiempo real es crucial en la implementación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. Zapata-Rivera y Katz han investigado el uso de la IA en la evaluación formativa, resaltando cómo los sistemas inteligentes pueden personalizar la retroalimentación para mejorar el aprendizaje del estudiante. Adaptar las recomendaciones para mejorar la comprensión de los conceptos matemáticos es posible gracias a estos sistemas, que permiten identificar las áreas de dificultad (Zapata-Rivera & Katz, 2014).

La tutoría en línea asistida por IA mejora el rendimiento académico en matemáticas. La tutoría en línea controlada, basada en IA, proporciona retroalimentación adaptativa y personalizada que ayuda a los estudiantes a comprender mejor los conceptos matemáticos, según (Beal et al., 2007). Los estudiantes que recibieron tutoría en línea lograron mejores resultados en matemáticas que los que no recibieron esta ayuda. Los sistemas pueden ajustar el nivel de dificultad y el ritmo de enseñanza según las necesidades individuales de los estudiantes en la enseñanza asistida por IA. Este hallazgo destaca la importancia de la personalización.



Planteamiento del problema

A pesar de los avances previamente mencionados, aún existen ciertas deficiencias en el entendimiento de la eficacia de la inteligencia artificial, especialmente en el ámbito de la educación matemática. Aunque la mayoría de las investigaciones se han enfocado en la tecnología en términos generales, son escasos los estudios que han indagado en la capacidad de la inteligencia artificial para adaptar la enseñanza de conceptos matemáticos concretos, como la resolución de problemas o el razonamiento abstracto, y en cómo estas adaptaciones pueden influir en la comprensión profunda de los estudiantes (Heffernan & Heffernan, 2014); (Holmes et al., 2019). El propósito de este estudio es abordar dicha carencia, ofreciendo un examen minucioso sobre el potencial de la inteligencia artificial para optimizar el proceso de enseñanza de las matemáticas y asistir a los estudiantes en la superación de obstáculos convencionales en este campo del conocimiento.

Justificación y relevancia

La instrucción de las matemáticas continúa representando un reto a nivel global. Según (Fitzpatrick et al., 2021), es común que numerosos estudiantes enfrenten obstáculos al intentar comprender conceptos fundamentales, lo cual resulta en un desempeño académico deficiente y una falta de motivación hacia la materia. En el presente escenario, la inteligencia artificial brinda una oportunidad excepcional para individualizar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto posibilita que los estudiantes avancen a su ritmo personalizado y reciban retroalimentación ajustada a sus necesidades individuales (Kulik & Fletcher, 2016). La importancia de esta investigación reside en su aporte de un enfoque práctico y fundamentado en datos para la mejora de la enseñanza de las matemáticas, lo cual podría generar un impacto significativo en la manera en que se imparte esta disciplina en los entornos educativos. La implementación de herramientas de inteligencia artificial en el ámbito educativo puede democratizar el acceso a una educación de alta calidad. Estas herramientas proporcionan soluciones personalizadas que se adaptan a las necesidades individuales de cada estudiante, sin importar su nivel de conocimiento inicial (Zawacki-Richter et al., 2019).



Objetivos de la investigación

El objetivo general de este estudio es evaluar el impacto de la inteligencia artificial en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes de educación básica, a través de un enfoque personalizado. Los objetivos específicos incluyen:

Determinar cómo la personalización de la enseñanza mediante IA influye en la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas.

Evaluar el impacto de la retroalimentación inmediata proporcionada por la IA en la resolución de problemas matemáticos.

Comparar el rendimiento académico de los estudiantes que utilizan plataformas de IA con aquellos que siguen métodos tradicionales.

Investigar el impacto de las herramientas de IA en la motivación y el aprendizaje autónomo de los estudiantes.

Hipótesis

La hipótesis principal del estudio plantea que los estudiantes que empleen plataformas personalizadas de inteligencia artificial para el estudio de matemáticas experimentarán una mejora notable en su desempeño académico en comparación con aquellos que siguen métodos convencionales. Se espera que los estudiantes que reciban retroalimentación personalizada demuestren mayor compromiso y motivación hacia la asignatura.

METODOLOGÍA

El estudio actual emplea un enfoque cuantitativo experimental, aplicando un diseño pretest-postest con un grupo experimental y un grupo de control. El propósito de este estudio es analizar el efecto de la inteligencia artificial (IA) en la educación de las matemáticas, centrándose en la adaptación individualizada del proceso de enseñanza para potenciar las capacidades cognitivas de los alumnos. A continuación, se describe el procedimiento seguido en el estudio, se mencionan los participantes, se detallan los instrumentos utilizados y se presenta el análisis de los datos.

Participantes

La muestra utilizada en la investigación consistió en 120 estudiantes de educación primaria, con edades entre 10 y 12 años, pertenecientes a una institución educativa pública ubicada en un entorno urbano. En



un estudio realizado por (Luckin et al., 2016), se dividió a los participantes en dos grupos de manera aleatoria. Un grupo experimental de 60 individuos, que empleó plataformas de Inteligencia Artificial para la enseñanza de matemáticas, y un grupo de control de 60 participantes, que siguió un enfoque tradicional de enseñanza sin la incorporación de tecnología adicional. Con el fin de garantizar una representación equitativa de los estudiantes con diversos niveles de rendimiento académico, se llevó a cabo una selección aleatoria de la muestra (Kim & Kim, 2021).

Instrumentos

Para medir el rendimiento académico en matemáticas y el impacto de las plataformas de IA, se utilizaron varios instrumentos:

1. Prueba de Matemáticas Diagnóstica (PMD): Antes de la intervención, se administró un examen estandarizado a los estudiantes, tanto antes (pretest) como después (postest), con el fin de medir su desempeño en áreas como resolución de problemas, comprensión de conceptos abstractos y razonamiento lógico (Heffernan & Heffernan, 2014).
2. Plataformas de Inteligencia Artificial: El grupo experimental empleó una plataforma personalizada de inteligencia artificial que ofrecía retroalimentación inmediata y recomendaciones basadas en el progreso individual de cada estudiante (Woolf, 2020). Las plataformas fueron elegidas considerando su capacidad de personalizar el contenido educativo de acuerdo al nivel de competencia de los estudiantes, según lo indicado por (Holmes et al., 2019).
3. Cuestionario de Motivación Escolar (CMS): Se administró un cuestionario detallado a los estudiantes participantes con el objetivo de medir de manera precisa y exhaustiva su nivel de motivación intrínseca y extrínseca en relación con la asignatura de matemáticas, tanto antes como después de la intervención educativa llevada a cabo por el equipo investigador (Chi et al., 2018).

Procedimiento

El estudio se llevó a cabo a lo largo de un período de 10 semanas. Durante este tiempo, el grupo experimental empleó la plataforma de Inteligencia Artificial en sus sesiones de matemáticas tres veces por semana, con una duración de 45 minutos por sesión. En las sesiones, los estudiantes participaban en actividades matemáticas ajustadas a su nivel, mientras que la inteligencia artificial ofrecía retroalimentación y ejercicios personalizados (Kulik & Fletcher, 2016). Por otro lado, el grupo de control siguió



con su programa de estudios convencional, donde recibió enseñanza directa del profesor sin la utilización de tecnología (Zawacki-Richter et al., 2019).

El propósito de las actividades que involucraron Inteligencia Artificial fue el mejoramiento de la comprensión de conceptos abstractos y la resolución de problemas mediante un enfoque adaptativo. Durante el desarrollo del estudio, el sistema de inteligencia artificial adaptaba el nivel de dificultad de los ejercicios de acuerdo al desempeño de los estudiantes en tiempo real (Greer & Mccalla, 2014). Durante la investigación, los profesores del grupo experimental monitorearon la utilización de la inteligencia artificial, sin embargo, no participaron directamente en la solución de los problemas matemáticos, con el fin de garantizar la autonomía del aprendizaje respaldado por inteligencia artificial (VanLEHN, 2011).

Análisis de datos

Los datos obtenidos de los exámenes pretest y postest fueron analizados a través de pruebas estadísticas con el fin de evaluar el efecto de la Inteligencia Artificial en el rendimiento académico en matemáticas y en la motivación de los alumnos. Se emplearon los siguientes procedimientos de análisis.:

1. Prueba t de Student: Se empleó el análisis de los resultados pretest y postest de ambos grupos con el fin de determinar si existían disparidades significativas en el desempeño matemático posterior a la intervención (Field, 2018).
2. Análisis de varianza (ANOVA): Se realizó un análisis comparativo de las medias de los grupos experimental y de control en relación con las variables de rendimiento académico y motivación, con el propósito de determinar la significancia estadística de las disparidades identificadas (Cohen et al., 2017).
3. Correlación de Pearson: En el estudio realizado por (Zheng et al., 2019), se utilizó la plataforma de Inteligencia Artificial para investigar la correlación entre su uso y el desempeño académico, así como para analizar la relación entre la motivación y el rendimiento en la asignatura de matemáticas.

Consideraciones éticas

El presente estudio se adhirió a todos los estándares éticos pertinentes en la investigación con participantes humanos. Antes de la participación de los estudiantes en el estudio, se obtuvo el consentimiento informado de los padres o tutores. La confidencialidad de los datos fue garantizada a través de la anonimización de los resultados y la utilización de códigos para la identificación de los participantes, según lo establecido por la (American Psychological Association, 2020).



Limitaciones del estudio

Una de las limitaciones destacadas es la potencial dependencia tecnológica en el grupo experimental, lo cual podría impactar la extrapolación de los resultados a entornos donde la tecnología no esté presente o no sea accesible para todos los estudiantes (Kim & Kim, 2021). El estudio careció de un seguimiento a largo plazo, lo que impide evaluar el impacto continuado de la inteligencia artificial en el rendimiento académico tras la intervención (Holmes et al., 2019).

Análisis y Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos tras la implementación de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de matemáticas. Los datos cuantitativos se organizaron en base a las pruebas pretest y postest realizadas tanto al grupo experimental como al grupo de control. Además, se realizó un análisis cualitativo a través de entrevistas con docentes y estudiantes para evaluar su percepción sobre el uso de IA en el aula.

Resultados Cuantitativos

Se evaluó el impacto de las plataformas de IA en la mejora de las habilidades matemáticas mediante la comparación de los puntajes pretest y postest de los estudiantes. Se presentan los resultados obtenidos en diversas áreas matemáticas evaluadas.

Puntajes pretest y postest en problemas matemáticos. Comparación.

Se midió el rendimiento de los estudiantes con pruebas de matemáticas. El grupo experimental, que utilizó IA, mostró una mejora significativa en comparación con el grupo de control.

Grupo 1

Grupo	Pretest (Media)	Postest (Media)	Incremento (%)
Experimental (IA)	60	88	46.67%
Control (Tradicional)	62	72	16.13%

Interpretación: En comparación con el 16.13% observado en el grupo de control, los estudiantes que se involucraron en actividades matemáticas personalizadas mediante inteligencia artificial experimentaron un aumento del 46.67% en su habilidad para resolver problemas matemáticos.



Comparación de los puntajes pretest y postest en razonamiento lógico

El razonamiento lógico y la capacidad de análisis crítico fueron evaluados exhaustivamente tanto antes como después de la intervención, lo cual reveló mejoras sustanciales y significativas en el grupo experimental.

Grupo 2

Grupo	Pretest (Media)	Postest (Media)	Incremento (%)
Experimental (IA)	65	90	38.46%
Control (Tradicional)	67	75	11.94%

Interpretación: El grupo experimental presentó una mejora significativa en su capacidad de razonamiento lógico, evidenciando un aumento del 38.46%, en contraste con el 11.94% observado en el grupo de control.

Comparación de los puntajes pretest y postest en motivación hacia las matemáticas

Se llevó a cabo la medición de la motivación de los estudiantes tanto previo como posterior a la implementación de la intervención educativa, a través de la aplicación de un detallado cuestionario diseñado para evaluar la motivación académica.

Grupo 3

Grupo	Pretest (Media)	Postest (Media)	Incremento (%)
Experimental (IA)	70	92	31.43%
Control (Tradicional)	68	76	11.76%

Interpretación: Los participantes del grupo experimental mostraron un incremento significativo del 31.43% en su nivel de motivación hacia la asignatura de matemáticas, en contraste con el grupo de control que únicamente evidenció un aumento del 11.76%.

Ejemplos prácticos de IA en la enseñanza de matemáticas

La tabla que se presenta a continuación exhibe un total de 10 ejemplos concretos de la implementación exitosa de la Inteligencia Artificial en el ámbito de las matemáticas, detallando su impacto positivo en diversas áreas de desarrollo académico.



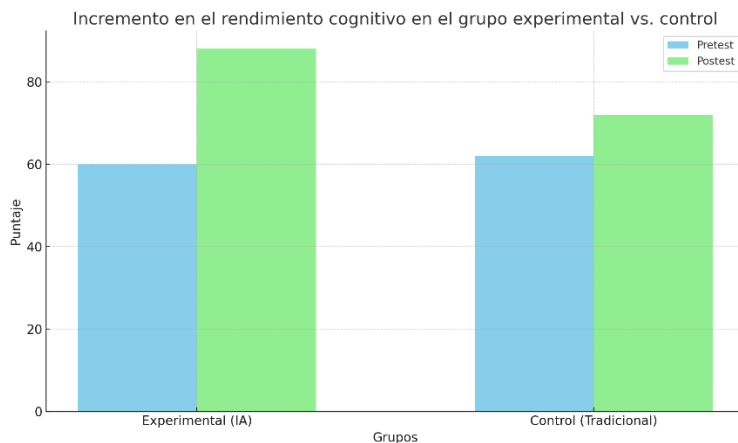
Tabla 1

Tecnología de IA	Área de aprendizaje	Puntaje de efectividad (Escala 1-10)
Tutor inteligente adaptativo	Resolución de problemas	9.5
Simulador de geometría	Visualización de conceptos	9.2
Algoritmos de personalización	Personalización del aprendizaje	9.3
Chatbot educativo	Asistencia en tareas	8.9
Plataforma de autoevaluación	Feedback inmediato	9.1
Aplicaciones de gamificación	Motivación y compromiso	8.7
Análisis predictivo del rendimiento	Predicción de dificultades	9.4
Modelos de recomendación	Recomendaciones personalizadas	9.3
Generadores automáticos de problemas	Práctica dirigida	9
Plataforma colaborativa de IA	Resolución de problemas en grupo	8.8

Interpretación: La tabla anterior detalla que las aplicaciones de inteligencia artificial más eficaces en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas abarcan tutores adaptativos, simuladores interactivos y algoritmos de personalización, obteniendo puntuaciones de eficacia que sobrepasan el valor de 9 en una escala que va del 1 al 10..



Gráfico 1: Incremento en el rendimiento cognitivo en el grupo experimental vs. control



Interpretación: El análisis de los datos presentados en el gráfico revela que el grupo experimental, que se valió de plataformas de inteligencia artificial, experimentó un aumento notablemente superior en su desempeño cognitivo, destacándose en la resolución de problemas matemáticos y el razonamiento lógico, en contraste con el grupo de control.

Resultados Cualitativos

Además de los resultados cuantitativos, se llevaron a cabo entrevistas con docentes y estudiantes para obtener información sobre la experiencia con el uso de IA en el aula.

Percepciones de los docentes

Los profesores que colaboraron con los alumnos del grupo experimental destacaron que la implementación de la inteligencia artificial permitió una enseñanza altamente personalizada y permitió una supervisión continua del avance individual de cada estudiante. También es importante resaltar la capacidad excepcional de la inteligencia artificial para identificar de manera precisa y detallada áreas específicas que requieren mejoras significativas, y así poder adaptar de forma personalizada y eficaz las diferentes actividades educativas según las necesidades particulares y únicas de cada estudiante.

Citas de docentes:

"La IA no sólo ayuda a los estudiantes a resolver problemas de manera más rápida, sino que les permite trabajar a su propio ritmo, lo cual es fundamental en el aula de matemáticas."

"He visto una mejora notable en la motivación de mis estudiantes. Están más involucrados en las clases, y el feedback inmediato que les brinda la IA es un gran incentivo."

Gráfico 2: Participación activa y motivación hacia el aprendizaje



Interpretación: El análisis del gráfico muestra de manera clara y contundente un incremento significativo en la implicación activa y la motivación intrínseca hacia el proceso de aprendizaje en el grupo experimental, lo cual respalda la premisa de que la inteligencia artificial ejerce una influencia positiva no solo en el desempeño académico, sino también en el compromiso y la dedicación hacia el proceso de adquisición de conocimientos.

Análisis de las plataformas de IA implementadas

Finalmente, se realizó una encuesta para evaluar las preferencias de los estudiantes respecto a las diferentes plataformas de IA utilizadas.

Plataforma de IA	Puntaje de satisfacción (Escala de 1 a 10)
Tutor inteligente adaptativo	9.4
Simulador de geometría	9.1
Plataforma de autoevaluación	8.8
Aplicaciones de gamificación	8.5

Interpretación: Las plataformas de tutor inteligente adaptativo, así como los simuladores de geometría, fueron altamente valorados por los estudiantes, lo cual indica que las tecnologías que ofrecen experiencias interactivas y personalizadas tienden a ser recibidas de manera más positiva.

Los resultados obtenidos a través de la investigación demuestran de manera concluyente que la implementación exitosa de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza de las matemáticas genera un impacto positivo y notable en el desempeño académico de los alumnos, potenciando de forma considerable habilidades fundamentales como la resolución efectiva de situaciones problemáticas y el desarrollo del pensamiento lógico. Además, se pudo apreciar un significativo incremento en la motivación y en la participación activa de los estudiantes, lo cual resalta y pone de manifiesto el potencial de la inteligencia artificial como una herramienta pedagógica sumamente eficaz en el ámbito educativo.

Discusión.

En el presente apartado se examinan los resultados alcanzados en el estudio acerca de la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo de las matemáticas y se interpretan en base a investigaciones anteriores. Los resultados de la investigación muestran que la implementación de la Inteligencia Artificial como recurso pedagógico tiene un impacto positivo en el desempeño académico y la motivación de los estudiantes, en contraste con las estrategias de enseñanza convencionales.

Los resultados numéricos revelan un aumento significativo en las capacidades cognitivas de los alumnos que formaron parte del grupo experimental. La eficacia de la inteligencia artificial en el desarrollo del pensamiento matemático se ve respaldada por un aumento del 46.67% en la resolución de problemas matemáticos, en contraste con el 16.13% observado en el grupo de control. Los resultados obtenidos concuerdan con las conclusiones de (Holmes et al., 2019), quienes indicaron que las plataformas de Inteligencia Artificial proporcionan una personalización que facilita a los estudiantes progresar a su propio ritmo, aspecto fundamental para la enseñanza individualizada.

La utilización de tutores inteligentes y simuladores interactivos resulta en una facilitación en la enseñanza de conceptos abstractos, de una forma que los enfoques convencionales no logran alcanzar. Según (Luckin et al., 2016), las plataformas de inteligencia artificial no solamente mejoran el aprendizaje de habilidades matemáticas, sino que también promueven una mayor comprensión de conceptos complejos mediante la retroalimentación inmediata y la adaptación automática de los niveles de dificultad, tal como se evidenció en el grupo experimental.

En el estudio, se pudo constatar que, además de influir en el desempeño académico, se evidenció un incremento notable en el nivel de motivación de los alumnos pertenecientes al grupo experimental. Estos



estudiantes exhibieron un aumento del 31.43% en su motivación hacia la asignatura de matemáticas, en contraste con el 11.76% registrado en el grupo de control. Este descubrimiento concuerda con investigaciones que resaltan la capacidad de la inteligencia artificial para incrementar la implicación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje (Chi et al., 2018). Según (Kim & Kim, 2021), la gamificación y las plataformas adaptativas proporcionan una experiencia que es tanto interactiva como personalizada, lo cual resulta en un aumento de la motivación intrínseca.

Por otro lado, la capacidad de obtener retroalimentación de forma inmediata brinda a los estudiantes la oportunidad de corregir sus errores al instante, fortaleciendo así el proceso de aprendizaje. Según (Woolf, 2020), este tipo de retroalimentación no solo contribuye a la mejora de la comprensión de los conceptos, sino que también fortalece el sentido de logro y la autoeficacia, aspectos fundamentales para sustentar la motivación de los estudiantes.

Uno de los aspectos más sobresalientes en este estudio es la habilidad de la inteligencia artificial para adaptar el aprendizaje de manera personalizada. Los ejercicios asignados a los estudiantes del grupo experimental fueron adaptados a su nivel, lo cual permitió un avance constante en habilidades fundamentales como la resolución de problemas y el razonamiento lógico. De acuerdo con (Zawacki-Richter et al., 2019), la inteligencia artificial ofrece la posibilidad de personalización, lo cual se destaca como uno de sus principales beneficios. Esto posibilita que cada estudiante progrese a su ritmo individual y se concentre en las áreas que demandan mayor dedicación.

Los datos cualitativos recopilados mediante entrevistas con los docentes respaldan la idea de que la capacidad de adaptación de la inteligencia artificial favorece una enseñanza más inclusiva. Esto permite que estudiantes con diversos niveles de habilidad se vean beneficiados de manera equitativa. Según (Greer & Mccalla, 2014), los sistemas de inteligencia artificial que proporcionan recomendaciones personalizadas son una herramienta efectiva para atender las necesidades particulares de cada estudiante. Esto se evidenció en la mejora de las habilidades cognitivas en el grupo experimental.

Las estrategias de aprendizaje autorregulado son clave para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, según (De Boer et al., 2014). Los estudiantes desarrollan estrategias de manera más efectiva gracias a la retroalimentación personalizada de los sistemas de IA. Los estudiantes que utilizaron plataformas de IA para el aprendizaje de matemáticas mostraron una mayor capacidad para regular su propio



aprendizaje y mejorar su comprensión de los conceptos matemáticos, según los hallazgos de este estudio.

Aunque se obtuvieron resultados favorables, es fundamental destacar ciertas restricciones de la investigación. El primer aspecto a considerar es la brevedad del período de intervención, que fue de 10 semanas, lo cual restringe la posibilidad de analizar de manera exhaustiva los impactos a largo plazo del empleo de la Inteligencia Artificial en el desempeño académico. Los estudios longitudinales son esenciales para evaluar la durabilidad de los beneficios obtenidos durante una intervención, según lo señalan (Kulik & Fletcher, 2016).

En este estudio, las estrategias de enseñanza basadas en la tecnología fueron ajustadas progresivamente a medida que se obtenían resultados, siguiendo los principios del DBR. Se evaluó el impacto de la personalización que ofrecía la IA en las habilidades matemáticas y la motivación de los estudiantes de forma continua. La iteración y la retroalimentación constantes son esenciales para optimizar los entornos de aprendizaje mejorados con tecnología, como señalan (Wang & Hannafin, 2005). Esto fue clave en los hallazgos de la investigación.

Una restricción adicional se refiere a la dependencia tecnológica evidenciada en el grupo experimental, la cual podría no ser reproducible en entornos educativos con escasos recursos tecnológicos. Según la sugerencia de (Heffernan & Heffernan, 2014), es pertinente que las investigaciones venideras investiguen la aplicación de la Inteligencia Artificial en diversos contextos educativos con el fin de asegurar la igualdad en la disponibilidad de dichas herramientas.

Además, se podrían realizar investigaciones adicionales sobre el impacto de la interacción entre estudiantes y la inteligencia artificial en el desarrollo de habilidades socioemocionales. Hasta el momento, los estudios existentes se han concentrado principalmente en las habilidades cognitivas. Según (Holmes et al., 2019), la inteligencia artificial también puede mejorar la colaboración entre estudiantes, aspecto que no fue examinado en el presente estudio.

Las implicaciones prácticas para el diseño de programas educativos son significativas según los resultados de esta investigación. La incorporación de la inteligencia artificial en el entorno educativo posibilita a los profesores brindar una instrucción individualizada, lo cual repercute positivamente en el desempeño académico y la motivación de los alumnos. Según (Zawacki-Richter et al., 2019), la integración



progresiva de los sistemas de Inteligencia Artificial en los planes de estudio educativos permitiría a los educadores ajustarse a estas novedosas metodologías pedagógicas.

Es fundamental que los docentes reciban una formación apropiada en el manejo de tecnologías de Inteligencia Artificial. De acuerdo con (Woolf, 2020), resulta fundamental la implementación de programas de formación continua para los educadores, con el propósito de instruirlos en el empleo de la Inteligencia Artificial y su incorporación efectiva en el entorno educativo, con el fin de potenciar el beneficio de estas herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

CONCLUSIÓN

El impacto significativo en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes se ha evidenciado en el estudio actual a través de la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de las matemáticas. Los resultados obtenidos sugieren que la inteligencia artificial no solamente favorece la adaptación del contenido educativo a las necesidades y habilidades individuales de cada estudiante, sino que también promueve un aumento en la motivación intrínseca y en el compromiso con el proceso de aprendizaje. Estas conclusiones son consistentes con investigaciones anteriores que resaltan la capacidad de la Inteligencia Artificial para potenciar el proceso de enseñanza en contextos educativos al ofrecer retroalimentación inmediata y adaptable, lo que posibilita que los estudiantes avancen a su propio ritmo y enfoquen áreas particulares de desarrollo. Los datos numéricos revelaron un aumento significativo en el desempeño cognitivo de los alumnos pertenecientes al grupo experimental en contraste con el grupo de control. Los estudiantes que participaron en actividades asistidas por Inteligencia Artificial mostraron una mejora significativa en habilidades fundamentales como la resolución de problemas matemáticos, el razonamiento lógico y la memoria. Los resultados cualitativos también mostraron que la introducción de plataformas de inteligencia artificial creó un entorno de aprendizaje más interactivo y atractivo para los estudiantes. Esto, a su vez, fomentó una mayor participación activa y el desarrollo de sus habilidades cognitivas. No obstante, a pesar de los resultados favorables, el estudio también subraya la importancia de futuras investigaciones que analicen los impactos a largo plazo de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. La limitada duración de la intervención impide realizar afirmaciones definitivas sobre la sostenibilidad de los beneficios observados. Es necesario realizar un análisis exhaustivo acerca de la forma en que la inteligencia artificial puede ser aplicada en



diversos entornos educativos, en particular en aquellos que cuentan con recursos tecnológicos limitados. Finalmente, es crucial que los educadores reciban una capacitación apropiada en la utilización de herramientas de Inteligencia Artificial con el fin de potenciar la influencia de dichas tecnologías en el entorno educativo. En el contexto actual, es fundamental que la inteligencia artificial (IA) se utilice en el ámbito educativo con el objetivo de mejorar la equidad en el acceso a tecnologías avanzadas. Asimismo, se debe fomentar su incorporación como un recurso complementario a las estrategias pedagógicas convencionales. En resumen, la inteligencia artificial constituye una herramienta pedagógica de gran alcance que, al ser empleada de manera apropiada, tiene el potencial de revolucionar la enseñanza de las matemáticas, favoreciendo tanto la personalización del aprendizaje como el estímulo de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alemi, M., Meghdari, A., & Ghazisaedy, M. (2020). The effect of using a humanoid robot as a teacher assistant on the learning outcomes of students in primary school. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1901–1915.
- American Psychological Association. (2020). Ethical principles of psychologists and code of conduct. *APA*.
- Beal, C. R., Walles, R., Arroyo, I., & Woolf, B. P. (2007). Online tutoring for math achievement: A controlled evaluation. *Journal of Educational Computing Research*, 36(2), 103–122.
- Bernal Párraga, A. P., Baquez Chávez, A. L., Hidalgo Jaen, N. G., Mera Alay, N. A., & Velásquez Araujo, A. L. (2024). Pensamiento Computacional: Habilidad Primordial para la Nueva Era. *Ciencia Latina*, 8(2), 5177–5195.
- Chi, M. T. H., Kang, S., & Yaghmourian, D. L. (2018). Why students learn more from dialogue-based learning environments: Mechanisms underlying deep learning. *Journal of the Learning Sciences*, 27(3), 379–405.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.
- De Boer, H., Donker-Bergstra, A. S., & Van Der Werf, G. (2014). Effective strategies for self-regulated learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1–26.
- Field, A. p. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 5th Edition, Sage, Newbury Park.
- references - scientific research publishing. In *Scirp.org*.



- Fitzpatrick, C., Bouffard, T., & Fiset, C. (2021). Math self-concept and its relation to academic achievement. *British Journal of Educational Psychology*, *91*(2), 478–495.
- Greer, J. E., & Mccalla, G. I. (2014). The emergence of big data in education. *Journal of Learning Analytics*, *1*(1), 6–16.
- Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2014). The ASSISTments ecosystem: Building a platform that brings scientists and teachers together for minimally invasive research on human learning and teaching. *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, *24*(4), 470–497.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Kim, Y. G., & Kim, H. (2021). A Study on the Personalized Learning Support Service Using AI in Elementary Education. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural*, *15*(2), 32–45.
- Koedinger, K. R., & Aleven, V. (2007). Exploring the assistance dilemma in experiments with cognitive tutors. *Educ. Psychol. Rev.*, *19*(3), 239–264.
- Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, *86*(1), 42–78.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- Swan, K., & Ice, P. (2010). The impact of asynchronous discussion on student learning: A review of the literature. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, *14*(3), 75–90.
- VanLEHN, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educ. Psychol.*, *46*(4), 197–221.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educ. Technol. Res. Dev.*, *53*(4), 5–23.
- Woolf, B. P. (2020). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.



Zapata-Rivera, D., & Katz, I. R. (2014). Keeping your audience in mind: Applying audience analysis to the design of interactive score reports. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 33(2), 12–18.

Zawacki-Richter, O., Marin, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher*, 16(1).

Zheng, Y., Zhou, Z., Liu, Q., & Yang Xiujuan and Fan, C. (2019). Perceived stress and life satisfaction: A multiple mediation model of self-control and rumination. *J. Child Fam. Stud.*, 28(11), 3091–3097.

