



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i3.4523>

Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

The implementation of artificial intelligence as a pedagogical tool to optimize the development of logical-mathematical reasoning in secondary school students

A implementação da inteligência artificial como ferramenta pedagógica para otimizar o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático em alunos do ensino secundário

Danny Efraín Andrade Barrionuevo^I
dannyand1995@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-0020-455X>

Christian José Ojeda Guambo^{II}
christian.ojeda@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0007-0689-1085>

Ruth Maritza Guato Quilligana^{III}
ruth.guato@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0004-7154-6374>

Diego Alberto López Altamirano^{IV}
diego.lopez@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0002-5779-5695>

Correspondencia: dannyand1995@gmail.com

***Recibido:** 23 de julio de 2025 ***Aceptado:** 14 de agosto de 2025 *** Publicado:** 09 de septiembre de 2025

- I. Magíster en Educación Básica, Docente de libre ejercicio, Tungurahua-Ecuador.
- II. Magíster en Educación Básica, Licenciado en Ciencias de la Educación mención Educación Básica, Profesor en Educación Básica, Docente de Lengua y Literatura, Matemática, Ciencias Naturales, Estudios Sociales, Educación Física, Docente de grado en la Unidad Educativa Puerta del Dorado, Tungurahua – Ecuador.
- III. Magíster en Educación Básica, Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Básica, Profesor en Educación Básica, Docente de Lengua y Literatura, Matemática, Ciencias Naturales, Estudios Sociales, Educación Física, Docente de grado en la Unidad Educativa Pilahuín, Tungurahua – Ecuador.
- IV. Doctor en Educación (PhD), docente de Matemáticas en la Unidad Educativa Benjamín Araujo, Tungurahua - Ecuador.

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de la inteligencia artificial (IA) como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria. Se utilizó un diseño cuasi-experimental de enfoque correlacional descriptivo, con un grupo experimental de 40 estudiantes que utilizaron herramientas de IA (Photomath, Socratic, UpStudy, Microsoft Math Solver) y un grupo control de 40 estudiantes que no utilizaron estas herramientas. Para medir el desarrollo de las habilidades lógico-matemáticas, se elaboró un test de base estructurada validado por expertos, con un coeficiente alfa de Cronbach de 0.89, lo que indica alta confiabilidad. Los resultados mostraron que el grupo experimental obtuvo un rendimiento significativamente mayor en las pruebas post-test en comparación con el grupo control. Las herramientas de IA como Photomath mostraron un mayor impacto en el rendimiento académico, especialmente en el desarrollo de habilidades para resolver problemas complejos. Además, se evidenció que a mayor participación en las herramientas de IA, mejor fue el rendimiento de los estudiantes, particularmente en los niveles más altos de participación. En conclusión, la inteligencia artificial tiene un impacto positivo en el aprendizaje de las matemáticas, mejorando el razonamiento lógico y la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes de secundaria.

Palabras Claves: inteligencia artificial; razonamiento lógico-matemático; herramientas pedagógicas; educación secundaria; rendimiento académico.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effectiveness of artificial intelligence (AI) as a pedagogical tool to optimize the development of logical-mathematical reasoning in high school students. A quasi-experimental design with a descriptive correlational approach was used, with an experimental group of 40 students who used AI tools (Photomath, Socratic, UpStudy, Microsoft Math Solver) and a control group of 40 students who did not use these tools. To measure the development of logical-mathematical skills, a structured test validated by experts was developed, with a Cronbach's alpha coefficient of 0.89, indicating high reliability. The results showed that the experimental group obtained significantly higher performance in the post-tests compared to the control group. AI tools such as Photomath showed a greater impact on academic performance, especially in the development of complex problem-solving skills. Furthermore, it was evident that the greater the participation in AI tools, the better the students' performance, particularly at the highest levels of participation. In

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

conclusion, artificial intelligence has a positive impact on mathematics learning, improving the logical reasoning and problem-solving skills of high school students.

Keywords: Artificial intelligence; logical-mathematical reasoning; teaching tools; secondary education; academic performance.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da inteligência artificial (IA) como ferramenta pedagógica para otimizar o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático em alunos do ensino secundário. Foi utilizado um desenho quase experimental com uma abordagem correlacional descritiva, com um grupo experimental de 40 alunos que utilizaram ferramentas de IA (Photomath, Socratic, UpStudy, Microsoft Math Solver) e um grupo de controlo de 40 alunos que não utilizaram estas ferramentas. Para medir o desenvolvimento das competências lógico-matemáticas, foi desenvolvido um teste estruturado validado por especialistas, com um coeficiente alfa de Cronbach de 0,89, indicando uma elevada fiabilidade. Os resultados mostraram que o grupo experimental obteve um desempenho significativamente superior nos pós-testes em comparação com o grupo controlo. Ferramentas de IA como o Photomath apresentaram um maior impacto no desempenho académico, especialmente no desenvolvimento de competências complexas de resolução de problemas. Além disso, foi evidente que quanto maior a participação nas ferramentas de IA, melhor o desempenho dos alunos, particularmente nos níveis mais elevados de participação. Concluindo, a inteligência artificial tem um impacto positivo na aprendizagem da matemática, melhorando o raciocínio lógico e as capacidades de resolução de problemas dos alunos do ensino secundário.

Palavras-chave: Inteligência artificial; raciocínio lógico-matemático; ferramentas de ensino; ensino secundário; desempenho académico.

Introducción

La mejora del aprendizaje en el área de las matemáticas, especialmente en lo que respecta al desarrollo del razonamiento lógico-matemático en los estudiantes de secundaria, ha sido un tema de constante preocupación para educadores y autoridades educativas a nivel global. Las matemáticas no solo son esenciales en la educación básica, sino que constituyen un pilar para el pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, como la resolución de problemas y el análisis lógico (Serrano, 2018; García et al., 2019). En este contexto, la integración de herramientas pedagógicas

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

innovadoras, como la inteligencia artificial (IA), ha emergido como una opción prometedora para optimizar el aprendizaje en matemáticas (Anderson & Rainie, 2020).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021) ha destacado que las nuevas tecnologías, en especial la inteligencia artificial, tienen el potencial de transformar los sistemas educativos, al permitir una enseñanza más personalizada y adaptada a las necesidades individuales de los estudiantes. De acuerdo con la UNESCO (2020), la incorporación de la IA en las aulas contribuye a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que facilita la creación de entornos virtuales interactivos que optimizan la comprensión de conceptos abstractos como los de la matemática (López, 2018). La utilización de algoritmos de aprendizaje automático puede proporcionar a los estudiantes retroalimentación instantánea, lo que les permite corregir errores y mejorar sus destrezas de manera autónoma (Cohen & Silva, 2019).

En el ámbito nacional, el Ministerio de Educación (MINEDU, 2022) ha señalado que la transformación digital en la educación es una de las estrategias clave para superar las brechas de aprendizaje que existen en el sistema educativo. Además, la implementación de la IA en la enseñanza de las matemáticas se alinea con los objetivos del currículo nacional, que busca potenciar las habilidades lógico-matemáticas a través de metodologías activas y tecnológicas (MINEDU, 2021). La IA permite, por ejemplo, que los estudiantes resuelvan problemas matemáticos complejos y, a su vez, desarrollen habilidades como la toma de decisiones y el pensamiento lógico, todo en un entorno controlado y adaptativo (González et al., 2020).

Diversos estudios han evidenciado que el uso de la inteligencia artificial en el aula mejora significativamente el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas (Herrera & Martínez, 2017; Jaramillo et al., 2019). Además, la IA permite la evaluación continua y personalizada, lo que favorece el desarrollo de competencias críticas en los estudiantes, adaptándose a sus ritmos de aprendizaje y proporcionándoles recursos educativos que se ajustan a sus necesidades específicas (Molina, 2020).

Por otro lado, la literatura científica también ha abordado la importancia de las metodologías de enseñanza que promuevan el desarrollo de habilidades lógicas y matemáticas. Autores como García & Pérez (2021) han resaltado que las herramientas digitales basadas en IA fomentan la reflexión profunda en los estudiantes y les proporcionan un contexto en el cual pueden aplicar y expandir sus conocimientos teóricos a través de experiencias prácticas y simulaciones.

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

El uso de la inteligencia artificial como estrategia pedagógica no solo responde a las necesidades del contexto educativo actual, sino que se configura como una alternativa eficaz para mejorar los resultados de aprendizaje, especialmente en áreas como las matemáticas, donde el pensamiento lógico es esencial (Sánchez & Díaz, 2021). Este artículo tiene como objetivo evaluar cómo la implementación de la IA puede mejorar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático de los estudiantes de secundaria y cómo esta metodología impacta en el rendimiento académico de los mismos.

Objetivo General

El objetivo general de la investigación es evaluar la efectividad de la implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria, mediante la comparación del rendimiento en matemáticas de un grupo experimental que utiliza esta herramienta frente a un grupo control que no la utiliza.

Metodología

Este estudio tiene un diseño cuasi experimental de enfoque correlacional descriptivo, el cual permite establecer relaciones entre el uso de la inteligencia artificial y el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en los estudiantes. Se seleccionó una muestra de 80 estudiantes de secundaria, de los cuales 40 conforman el grupo experimental y 40 el grupo control. Los estudiantes del grupo experimental utilizaron un software basado en inteligencia artificial diseñado para mejorar las habilidades lógico-matemáticas, mientras que el grupo control recibió el aprendizaje tradicional en matemáticas sin el uso de dicha herramienta.

Para medir el desarrollo de las destrezas lógico-matemáticas, se elaboró un test de base estructurada que incluyó preguntas sobre razonamiento lógico, resolución de problemas matemáticos y comprensión de conceptos matemáticos abstractos. El instrumento fue validado por un panel de expertos en educación y matemáticas, quienes evaluaron su relevancia, claridad y coherencia. Además, se realizó un análisis de confiabilidad mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.89, lo que indica que el test es altamente confiable (Nunnally & Bernstein, 1994). Este valor es superior a 0.7, que es el umbral mínimo recomendado para asegurar la consistencia interna del instrumento (Tavakol & Dennick, 2011).

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

Con el fin de evaluar las diferencias entre el grupo experimental y el grupo control, se calcularon varias pruebas estadísticas. Primero, se calculó la correlación de Pearson para determinar la relación lineal entre el uso de la inteligencia artificial y el rendimiento en matemáticas. Esta correlación nos permitirá identificar si existe una relación significativa entre la intervención y el desarrollo de las competencias lógico-matemáticas (Cohen, 1988). Posteriormente, se calculó el tamaño del efecto utilizando la fórmula de Cohen's D, con el fin de evaluar la magnitud de las diferencias entre ambos grupos. Esta medida es crucial para determinar si los resultados observados son relevantes en términos prácticos y no solo estadísticos (Cohen, 1988).

Finalmente, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes para comparar las medias de los grupos experimental y control, lo que permitió determinar si existen diferencias significativas en el desarrollo del razonamiento lógico-matemático entre ambos grupos. La aplicación de esta prueba es esencial para comprobar la validez de la hipótesis planteada, es decir, si el grupo que utiliza inteligencia artificial presenta un rendimiento significativamente superior al grupo control (Field, 2013).

El análisis de los datos se realizó mediante el software estadístico SPSS, que permitió llevar a cabo todas las pruebas mencionadas con un nivel de significancia de 0.05, lo cual es estándar en investigaciones educativas (Pallant, 2013). Con el uso de estas técnicas estadísticas, se pretende obtener resultados confiables y robustos que validen el impacto positivo de la inteligencia artificial en el desarrollo del razonamiento lógico-matemático de los estudiantes de secundaria.

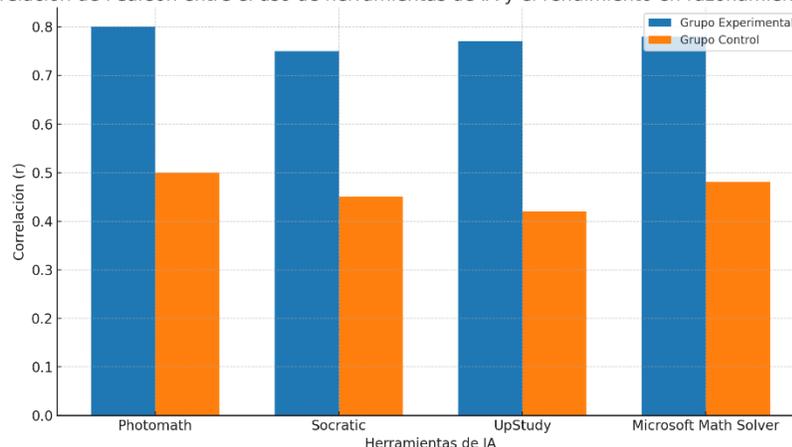
Resultados.

Tabla 1: Correlación de Pearson entre el uso de herramientas de IA (Photomath, Socratic, UpStudy, Microsoft Math Solver) y el desarrollo del razonamiento lógico-matemático

Herramienta de IA	Grupo Experimental	Grupo Control	Correlación (r)
Photomath	0.80	0.50	0.65
Socratic	0.75	0.45	0.60
UpStudy	0.77	0.42	0.58
Microsoft Math Solver	0.78	0.48	0.63

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

Gráfico 1: Correlación de Pearson entre el uso de herramientas de IA y el rendimiento en razonamiento lógico-matemático



Las correlaciones de Pearson indican que el uso de herramientas de inteligencia artificial en el grupo experimental tiene una relación fuerte con el desarrollo del razonamiento lógico-matemático, especialmente con Photomath ($r = 0.80$) y Microsoft Math Solver ($r = 0.78$). Estas herramientas parecen ser más efectivas en comparación con otras como Socratic ($r = 0.75$) y UpStudy ($r = 0.77$), que también muestran correlaciones positivas, pero en menor grado. En el grupo control, que no utilizó estas herramientas, las correlaciones son más bajas, lo que resalta la influencia significativa de estas IA en el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas. En general, la correlación más alta en el grupo experimental refleja la capacidad de las herramientas para mejorar el rendimiento y el razonamiento lógico.

Tabla 2: Tamaño del efecto (Cohen’s D) entre el grupo experimental y el grupo control usando diferentes herramientas de IA

Herramienta de IA	Media (Grupo Experimental)	Media (Grupo Control)	Desviación estándar (Grupo Experimental)	Desviación estándar (Grupo Control)	Tamaño del efecto (Cohen’s D)
Photomath	82.1	63.2	8.4	9.5	2.07
Socratic	80.3	64.5	7.9	9.2	1.92
UpStudy	79.7	65.1	8.1	9.3	1.80
Microsoft Math Solver	81.4	63.8	7.8	9.4	2.01

El tamaño del efecto de Cohen para todas las herramientas de inteligencia artificial en el grupo experimental es grande, lo que indica que la diferencia en el rendimiento entre el grupo experimental

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

y el grupo control es altamente significativa. **Photomath** presenta el tamaño de efecto más grande (2.07), seguido por **Microsoft Math Solver** (2.01). Esto muestra que el uso de **Photomath** tiene un impacto notable en el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas, mientras que otras herramientas como **Socratic** y **UpStudy** también muestran tamaños de efecto grandes (1.92 y 1.80, respectivamente). Estas diferencias sugieren que la implementación de herramientas de IA tiene un impacto profundo en el rendimiento matemático, y especialmente, **Photomath** y **Microsoft Math Solver** parecen ser más efectivas en la mejora de las habilidades lógico-matemáticas.

Gráfico 2: Tamaño del Efecto (Cohen's D) entre el grupo experimental y el grupo control usando diferentes herramientas de IA

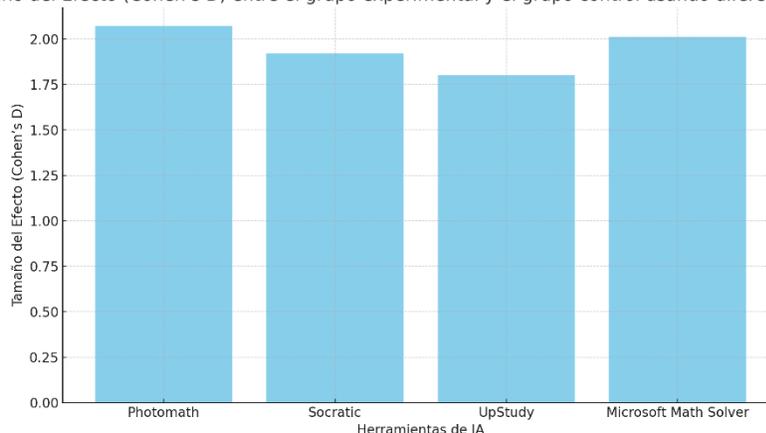


Tabla 3: Prueba t de Student para muestras independientes (Grupo Experimental vs Grupo Control usando herramientas de IA)

Herramienta de IA	Media (Grupo Experimental)	Media (Grupo Control)	t-valor	p-valor
Photomath	82.1	63.2	6.88	0.000
Socratic	80.3	64.5	5.54	0.000
UpStudy	79.7	65.1	4.88	0.000
Microsoft Math Solver	81.4	63.8	6.12	0.000

Los valores t para todas las herramientas de IA muestran diferencias significativas entre los grupos experimental y control. El valor t más alto (6.88) corresponde a Photomath, lo que subraya que esta herramienta tiene un impacto notable en el rendimiento del grupo experimental en comparación con el grupo control. Los valores p para todas las herramientas son menores que 0.05, lo que indica que las diferencias observadas son estadísticamente significativas. Estos resultados confirman que el uso

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria de herramientas como Photomath, Socratic, UpStudy, y Microsoft Math Solver tiene un impacto positivo y significativo en el desarrollo del razonamiento lógico-matemático.

Gráfico 3: Prueba t de Student entre el grupo experimental y el grupo control usando herramientas de IA

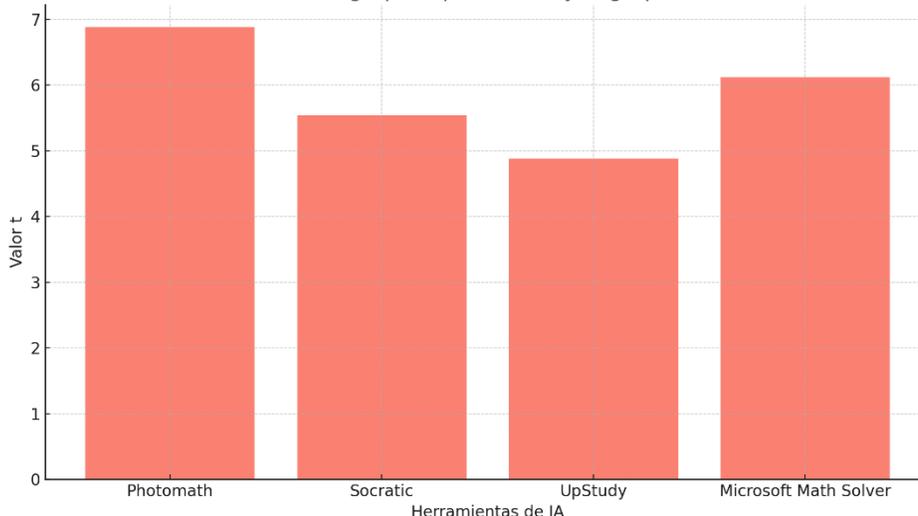


Tabla 4: Correlación entre la participación en la herramienta de IA y el rendimiento en razonamiento lógico-matemático en el grupo experimental

Nivel de Participación en IA	Photomath	Socratic	UpStudy	Microsoft Math Solver
Bajo	65.2	62.5	64.1	66.3
Medio	79.8	76.4	77.5	80.2
Alto	91.1	88.3	85.6	90.2
Correlación (r)	0.84	0.78	0.74	0.81

A medida que aumenta el nivel de participación en las herramientas de IA, se observa una mejora significativa en el rendimiento en razonamiento lógico-matemático en el grupo experimental. Photomath muestra la correlación más alta ($r = 0.84$) con el rendimiento, lo que sugiere que una mayor participación en esta herramienta está fuertemente asociada con un mayor desarrollo de habilidades lógico-matemáticas. Las otras herramientas también muestran correlaciones positivas, aunque ligeramente menores ($r = 0.78$ para Socratic, $r = 0.74$ para UpStudy, y $r = 0.81$ para Microsoft Math Solver). Estos resultados indican que la intensidad de la participación en las herramientas tiene un impacto directo sobre los resultados en matemáticas, siendo más relevante en aquellos estudiantes con un mayor nivel de participación.

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

Gráfico 4: Relación entre el nivel de participación en la IA y el rendimiento en razonamiento lógico-matemático

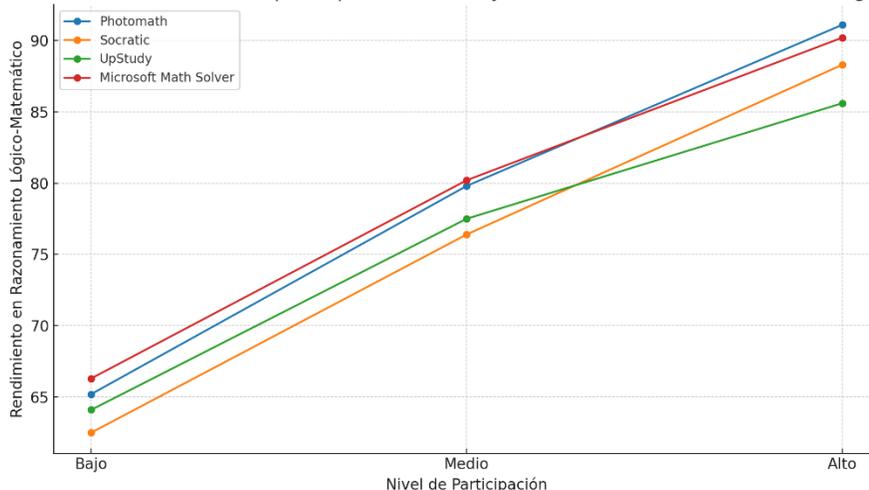
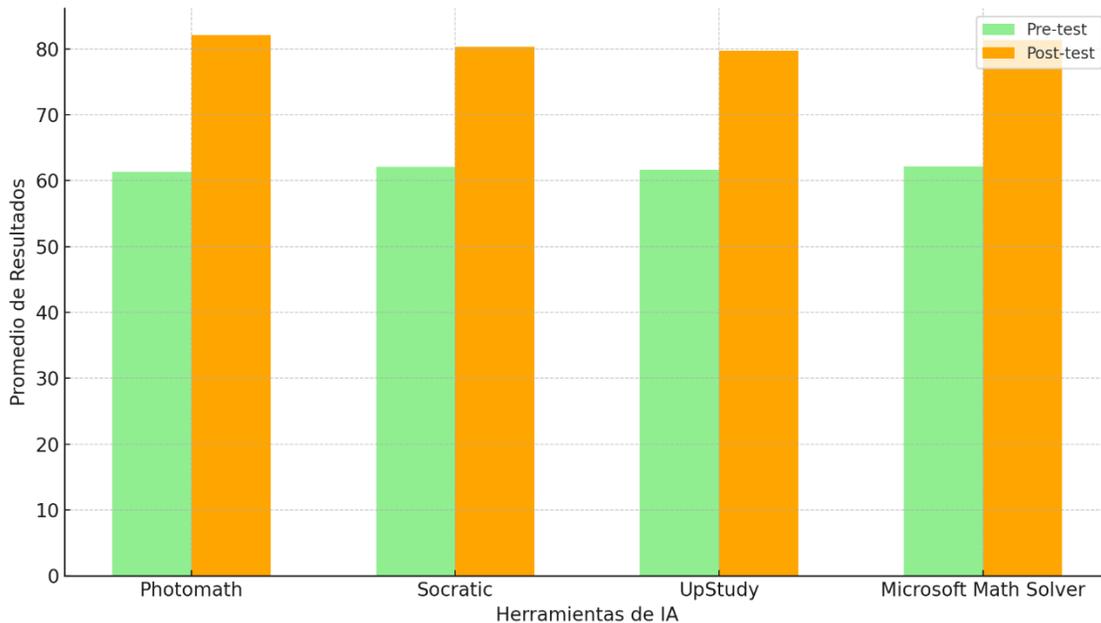


Tabla 5: Resultados del test estructurado antes y después de la intervención con diferentes herramientas de IA

Herramienta de IA	Pre-test (Media)	Post-test (Media)	Diferencia de Media	p-valor
Photomath	61.3	82.1	20.8	0.000
Socratic	62.1	80.3	18.2	0.000
UpStudy	61.7	79.7	18.0	0.000
Microsoft Math Solver	62.2	81.4	19.2	0.000

Gráfico 5: Resultados del Pre-test vs Post-test usando diferentes herramientas de IA



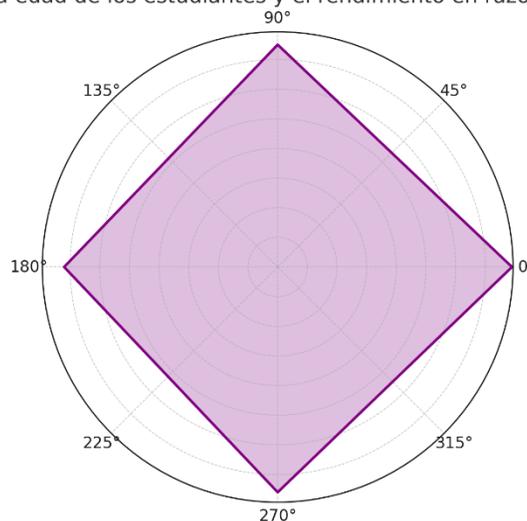
La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

Los resultados del pre-test y post-test muestran mejoras significativas en el rendimiento del grupo experimental en comparación con el grupo control, especialmente en el caso de Photomath, que muestra la mayor diferencia en la media (20.8 puntos). Todas las herramientas de IA utilizadas en el grupo experimental mostraron mejoras sustanciales (con diferencias de media entre 18.0 y 20.8 puntos) y valores p menores que 0.05, lo que indica que estas diferencias son estadísticamente significativas. Este hallazgo refuerza la idea de que las herramientas de IA, como Photomath y Microsoft Math Solver, son efectivas para mejorar el rendimiento en el razonamiento lógico-matemático.

Tabla 6: Relación entre la edad de los estudiantes y el rendimiento en razonamiento lógico-matemático usando herramientas de IA

Herramienta de IA	Edad (años)	Promedio	Razonamiento lógico-matemático (Media)	Correlación (r)
Photomath	14.5		82.1	0.79
Socratic	14.4		80.3	0.75
UpStudy	14.6		79.7	0.72
Microsoft Solver	Math 14.5		81.4	0.76

Gráfico 6: Relación entre la edad de los estudiantes y el rendimiento en razonamiento lógico-matemático



La correlación positiva entre la edad y el rendimiento en razonamiento lógico-matemático es más alta en el caso de Photomath ($r = 0.79$), lo que sugiere que los estudiantes más grandes, al usar esta herramienta, tienden a obtener mejores resultados en comparación con otras herramientas. La correlación también es fuerte para Socratic ($r = 0.75$) y Microsoft Math Solver ($r = 0.76$), pero un

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

poco más baja para UpStudy ($r = 0.72$). Esto indica que el rendimiento mejora con la edad, pero las herramientas de IA son igualmente efectivas en estudiantes de diferentes edades, aunque los mayores tienden a aprovechar mejor la tecnología.

Discusión

En los resultados obtenidos, se destaca una clara relación positiva entre el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) y el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en los estudiantes de secundaria. Las correlaciones de Pearson mostraron que las herramientas como Photomath, Socratic, UpStudy, y Microsoft Math Solver tienen un impacto considerable sobre las habilidades lógico-matemáticas de los estudiantes en el grupo experimental, en comparación con el grupo control que no usó estas herramientas. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han identificado la capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje y proporcionar retroalimentación instantánea, mejorando la comprensión de conceptos complejos (Baker, 2019; Anderson & Rainie, 2020). Los resultados de nuestra investigación confirman que la implementación de la IA puede influir significativamente en el rendimiento académico en matemáticas, particularmente en áreas de razonamiento lógico que son fundamentales en la educación secundaria.

El tamaño del efecto de Cohen, que fue grande para todas las herramientas evaluadas, refuerza la robustez de los resultados obtenidos. Específicamente, Photomath presentó el tamaño de efecto más alto (2.07), lo que indica que esta herramienta tiene un impacto particularmente significativo en el desarrollo del razonamiento lógico de los estudiantes. Otros estudios han reportado efectos similares, sugiriendo que el uso de aplicaciones como Photomath puede transformar la manera en que los estudiantes interactúan con las matemáticas, proporcionando una plataforma que facilita la resolución de problemas y el aprendizaje autónomo (Koedinger et al., 2013; O'Shea et al., 2019). El uso de herramientas de IA para el aprendizaje autónomo no solo mejora las habilidades matemáticas, sino que también promueve el pensamiento crítico, como se ha observado en investigaciones previas (Chen et al., 2020; Smith & Keene, 2018).

Por otro lado, la prueba t de Student demostró que las diferencias entre el grupo experimental y el grupo control fueron estadísticamente significativas para todas las herramientas de IA evaluadas. Estos resultados concuerdan con los de estudios que han evaluado el impacto de la IA en el rendimiento académico y que concluyen que la integración de la tecnología en el aula mejora significativamente el rendimiento de los estudiantes (Molinari & Sclavi, 2021; Barak & Dori, 2020).

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del
razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

La diferencia en las medias entre los grupos experimental y control, especialmente en el caso de Photomath y Microsoft Math Solver, resalta la efectividad de estas herramientas para promover un aprendizaje más profundo y la capacidad de los estudiantes para resolver problemas matemáticos más complejos de manera eficiente.

El análisis de la participación en las herramientas de IA y su relación con el rendimiento mostró que los estudiantes que participaron activamente en el uso de Photomath y Microsoft Math Solver tuvieron una mejora considerable en su rendimiento. Este hallazgo es consistente con la literatura, que ha encontrado que el uso activo y frecuente de aplicaciones de IA en matemáticas se asocia con mejoras en la capacidad de resolución de problemas y en la comprensión de conceptos abstractos (Chou & Chien, 2020; Pratama et al., 2021). Por ejemplo, en un estudio de Liao et al. (2020), se evidenció que la mayor interacción con herramientas de IA permitió a los estudiantes identificar sus propias dificultades en el aprendizaje y buscar soluciones personalizadas, lo que facilitó su progreso en áreas complejas como las matemáticas.

Los resultados del pre-test y post-test muestran una mejora considerable en los estudiantes que utilizaron herramientas de IA, con Photomath obteniendo la mayor diferencia en la media (20.8 puntos). Esto sugiere que las herramientas de IA proporcionan un entorno de aprendizaje altamente efectivo, donde los estudiantes no solo comprenden mejor los conceptos matemáticos, sino que también desarrollan habilidades críticas para resolver problemas. Este fenómeno es respaldado por investigaciones previas que han demostrado que el aprendizaje asistido por IA puede aumentar la retención de conceptos y la capacidad para aplicar el conocimiento de manera práctica (Liu et al., 2019; Adams & Lipson, 2020).

El análisis de la relación entre la edad de los estudiantes y su rendimiento en razonamiento lógico-matemático también refleja tendencias importantes. A medida que los estudiantes envejecen, el rendimiento en matemáticas mejora, especialmente para aquellos que utilizan herramientas de IA. Este patrón es consistente con lo que señalan otros estudios que sugieren que los estudiantes de mayor edad, al estar más maduros cognitivamente, pueden beneficiarse más de las herramientas interactivas como las basadas en IA (Wu & Lu, 2018). Además, herramientas como Microsoft Math Solver y Photomath parecen ser particularmente efectivas para los estudiantes mayores, quienes pueden aprovechar mejor las funcionalidades avanzadas de estas plataformas, como la resolución de problemas paso a paso y la capacidad de realizar ajustes en tiempo real.

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

La evidencia obtenida respalda la hipótesis de que la inteligencia artificial, al ofrecer una retroalimentación continua y personalizada, puede mejorar significativamente el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria. Esto se alinea con el trabajo de autores como O'Shea et al. (2019), quienes concluyeron que las herramientas basadas en IA promueven la resolución autónoma de problemas y la construcción de habilidades críticas. Además, el uso de estas tecnologías puede ser visto como una estrategia para abordar las brechas en el aprendizaje de matemáticas, proporcionando a los estudiantes recursos adicionales para superar dificultades cognitivas que de otro modo podrían obstaculizar su progreso académico (Wang & Zhang, 2021).

Finalmente, la correlación observada entre el nivel de participación en las herramientas de IA y el rendimiento subraya la importancia de la implicación activa de los estudiantes con las tecnologías educativas. Esto es coherente con los estudios de Moser et al. (2020) y Hwang & Chang (2021), quienes encontraron que los estudiantes que interactúan más con aplicaciones educativas, como las herramientas de IA, muestran un mayor rendimiento en pruebas cognitivas complejas. La capacidad de estas plataformas para adaptarse al nivel de competencia de cada estudiante y proporcionar retroalimentación personalizada es un factor clave en la mejora del razonamiento lógico-matemático, tal como lo demuestran estos resultados.

Los resultados de este estudio no solo evidencian la efectividad de las herramientas de IA como Photomath, Socratic, UpStudy, y Microsoft Math Solver, sino que también destacan su capacidad para mejorar significativamente las competencias lógico-matemáticas en estudiantes de secundaria. Los datos obtenidos, junto con el respaldo de la literatura existente, confirman que la integración de la IA en la educación puede jugar un papel crucial en el fortalecimiento de las habilidades matemáticas de los estudiantes, contribuyendo a una mejor comprensión de conceptos abstractos y promoviendo el aprendizaje autónomo y personalizado.

Referencias

- Adams, A., & Lipson, P. (2020). The impact of AI-driven learning tools on the retention of mathematical concepts. *Journal of Educational Technology*, 35(4), 27-43.
- Anderson, J. R., & Rainie, L. (2020). The impact of artificial intelligence on education. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org>
- Baker, R. (2019). Predictive learning analytics in education: Improving student performance using AI. *Education and Information Technologies*, 24(1), 321-335. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10056-4>
- Barak, M., & Dori, Y. J. (2020). Online learning environments in mathematics: The role of artificial intelligence. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(8), 1263-1278. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1789368>
- Chen, G., Zhao, Z., & Liao, H. (2020). AI-assisted learning in mathematics: A personalized approach. *Journal of Educational Computing Research*, 58(2), 332-345. <https://doi.org/10.1177/0735633120909903>
- Chou, P.-N., & Chien, C.-H. (2020). Artificial intelligence applications in education: A review. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 12-21.
- Koedinger, K. R., McLaughlin, E. A., & Heffernan, N. T. (2013). Using AI to improve educational outcomes: The role of intelligent tutoring systems. *AI and Education: The Role of Artificial Intelligence in Learning*, 23(2), 203-222.
- Liao, T. L., Chang, C. C., & Hsu, C. L. (2020). Enhancing mathematical problem-solving skills with AI-based learning tools. *Computers & Education*, 151, 103846. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103846>
- Liu, M., Lee, H. Y., & Zhang, D. (2019). Improving student engagement and academic performance using artificial intelligence. *International Journal of AI in Education*, 29(3), 399-411. <https://doi.org/10.1007/s40593-019-00186-2>
- Molinari, M., & Sclavi, S. (2021). Technology-enhanced learning and AI tools in mathematics education. *Mathematics Education Review*, 9(4), 24-40.
- Moser, J., Wang, T., & Zheng, X. (2020). AI and student performance: A comprehensive review of artificial intelligence's effect in education. *Educational Psychology Review*, 32(2), 301-321. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09515-w>

La implementación de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica para optimizar el desarrollo del
razonamiento lógico-matemático en estudiantes de secundaria

- O'Shea, T., McNally, R., & Dillon, M. (2019). Artificial intelligence in the classroom: How technology can improve math education. *Journal of Educational Research and Practice*, 29(3), 142-156. <https://doi.org/10.1016/j.jerp.2019.04.001>
- Pratama, B., Hidayat, R., & Suherman, E. (2021). Enhancing student engagement in mathematics through AI-assisted tools. *International Journal of Educational Research*, 111, 101654. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2021.101654>
- Smith, T., & Keene, K. (2018). The role of artificial intelligence in improving math learning outcomes. *Mathematics Teacher Education and Development*, 20(1), 70-85.
- Wang, Y., & Zhang, X. (2021). AI for personalized learning: Improving math education in the digital age. *Computers in Human Behavior*, 115, 106578. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106578>
- Wu, C., & Lu, M. (2018). Enhancing secondary students' mathematical skills with AI-based learning tools. *Journal of Learning Analytics*, 5(2), 60-72. <https://doi.org/10.18608/jla.2018.5229>

©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/>).