




# INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

## HERRAMIENTAS DE IA PARA LA MATEMÁTICA EN SECUNDARIA

**AUTORES:**

Xavier Tobanda Marca[1]

Dimas Geovanny Vera Pisco[2]

Diego Sornoza-Parrales[3]

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:**

Dimas Geovanny Vera Pisco, (calles Amazonas y Villamil, dverap@uees.edu.com, *dimas.vera@unesum.ed.ec*, 093 904 1350)

Fecha de recepción:

Fecha de aceptación:

## RESUMEN/RESUMO

La implementación de la Inteligencia Artificial (IA) a través de plataformas como Microsoft Math Solver, Khan Academy y Photomath, constituye una estrategia prometedora para optimizar la asimilación de conceptos complejos y abordar las dificultades tradicionales en el aprendizaje de la matemática. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el impacto de la integración de estas herramientas de IA, seleccionadas por su capacidad de ofrecer retroalimentación personalizada y explicaciones detalladas para la resolución de problemas

[1] Ingeniero en Informática y Sistemas Computacionales, Maestrante Universidad de Especialidades Espíritu Santo, angel.tobanda@uees.edu.ec, código ORCID. https://orcid.org/0009-0002-0956-9669, Latacunga, Ecuador.
[2] Magister en Educación Mención en Enseñanza de la Matemática, Magister en Matemática, Ingeniero Civil. 3 Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Universidad Estatal del Sur de Manabí. deverap@uees.edu.com, dimas.vera@unesum.ed.ec, código ORCID. https://orcid.org/0000-0002-3524-0907. Jipijapa, Ecuador.
[3] Breve resumen curricular: PhD. Estudios Educativos en el Campo de la Política Critica, Equidad y Liderazgo, Docente agregado. PhD. Universidad Estatal del Sur de Manabí. diego.sornoza@unesum.edu.ec, código ORCID. https://orcid.org/0000-0001-9319-9298, Manabí, Ecuador.

© Vicerrectorado Académico de la Universidad Laica *Eloy Alfaro* de Manabí, Ecuador.

matemáticos en sistemas de ecuaciones y funciones en el desempeño académico de un grupo de 24 estudiantes de educación secundaria de la Unidad Educativa "Poaló García Moreno". Para ello, se llevó a cabo un estudio cuantitativo que comparo el desempeño de los alumnos mediante pruebas de diagnóstico (Pre-test) y sumativas (Post-tes), posterior al uso de las herramientas de IA. Los resultados de este estudio evidenciaron un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento académico según la prueba t Student, (p=0,0022) tras la utilización de las plataformas lo que demuestra la eficacia de la IA en la mejora de las habilidades para la solución de problemas en sistema de ecuaciones y funciones. En conclusión, la integración de estas herramientas de (IA) se presenta como un recurso valioso para la enseñanza de las matemáticas al fomentar un aprendizaje más personalizado y centrado en el estudiante con implicaciones significativas para la optimización del rendimiento académico en el área de matemática. Se sugiere la implementación de estas herramientas de (IA) en diversos contextos educativos con el fin de impulsar un aprendizaje más flexible y enfocado en el alumno.

PALABRASCLAVES/PALAVRAS-CHAVE: Inteligencia Artificial; Rendimiento Académico; Educación matemática; estudiantes de secundaria.

## INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE RESOLUTION OF MATHEMATICAL PROBLEMS IN SECONDARY SCHOOL STUDENTS.

ABSTRACT

The implementation of Artificial Intelligence (AI) through platforms such as Microsoft Math Solver, Khan Academy, and Photomath constitutes a promising strategy to optimize the assimilation of complex concepts and address traditional difficulties in learning mathematics. The main objective of this research was to evaluate the impact of the integration of these AI tools, selected for their ability to offer personalized feedback and detailed explanations for problem-solving in systems of equations and functions, on the academic performance of a group of 24 secondary school students from the "Poaló García Moreno" Educational Unit. To this end, a quantitative study was carried out that compared student performance through diagnostic tests (Pre-test) and summative tests (Post-tests), after the use of AI tools. The results of this study showed a statistically significant increase in academic performance according to the Student's t-test (p=0.0022) after the use of the platforms, which demonstrates the effectiveness of AI in improving problem-solving skills in systems of equations and functions. In conclusion, the integration of these AI tools is presented as a valuable resource for mathematics teaching by fostering more personalized and student-centered

learning with significant implications for optimizing academic performance in the area of mathematics. The implementation of these AI tools in various educational contexts is suggested to promote more flexible and student-centered learning

KEY WORDS**:** Artificial Intelligence; Academic Performance; Mathematical Education; High School Students.

## INTRODUCCIÓN:

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las matemáticas abre un panorama para reconsiderar y mejorar las metodologías, yendo más allá de ser una simple herramienta para obtener soluciones, para transformar la interacción de los estudiantes a través de exploraciones profundas, visualizaciones dinámicas y retroalimentación individualizada (Caicedo, s. f.). De acuerdo con la tendencia global que destaca los beneficios de la tecnología en la mejora de la comprensión de conceptos abstractos y el fomento del pensamiento crítico (Marcalla Bajaña et al., 2025). Además la (IA) en la era digital actual, ha emergido como una herramienta eficaz que está revolucionando la forma en que se enseña y se aprende (Universidad de La Laguna (España) & González-González, 2023). Su potencial para revolucionar la enseñanza exige un análisis riguroso de los contextos y condiciones de su adopción (Tomalá De La Cruz et al., 2023). Además un análisis reciente destaca el potencial de la integración de herramientas de (IA) para personalizar el aprendizaje y ofrecer retroalimentación adaptativa en la resolución de problemas matemáticos, destacando mejoras en el rendimiento académico y en la motivación de los estudiantes (Baltazar, 2023). Al ofrecer entornos de aprendizaje que se adaptan al ritmo y estilo individual de cada estudiante, la (IA) podría fomentar una mayor autonomía y confianza en sus habilidades matemáticas (Machado Pico et al., 2024a). Una investigación llevada a cabo en el contexto ecuatoriano, específicamente en la provincia de Manabí, señalo mejoras en el rendimiento académico gracias a la personalización impulsada por la inteligencia artificial (Verduga Zambrano et al., 2024). En concordancia con estos hallazgos, los resultados de una investigación en la unidad Educativa "Belisario Quevedo", indican que la integración de la (IA) contribuyo de manera

significativa al desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes evidenciando por un aumento del 22% en su desempeño académico(Sandra Sorayda et al., 2025). Para abordar esta investigación, se adoptó una metodología cuantitativa este enfoque se centra en la recolección de datos que fueron posteriormente medidos y analizados.(Lasso Cardona & Conde Rodriguez, 2021).

La presente investigación, con un enfoque cuantitativo, se llevará a cabo en la Unidad Educativa "Poaló García Moreno" de la provincia de Cotopaxi, a nivel de segundo de bachillerato. El objetivo principal de estudio es medir el impacto especifico de la integración de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) de amplio acceso y creciente popularidad entre los estudiantes Microsoft Math Solver, Khan Academy y Photomath en la mejora del rendimiento académico, específicamente en el dominio de los sistemas de ecuaciones y funciones. Para ello, se implementará un diseño pretest-postest con una muestra de 24 estudiantes de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa "Poaló García Moreno" Se tomará una evaluación de diagnóstico antes de la implementación de las herramientas de (IA) para medir el nivel inicial de conocimiento en sistemas de ecuaciones y funciones. Posteriormente se utilizará las herramientas de (IA) durante un periodo de cuatro semanas y finalmente se aplicará una evaluación diseñada para medir la efectividad de la intervención en el conocimiento de estos temas matemáticos y el cambio en el rendimiento académico, a través de las calificaciones obtenidas en ambas evaluaciones. Los datos recopilados serán analizados mediante una prueba t de Student para muestras pareadas para determinar si existen diferencias significativas en el rendimiento académico antes y después de la intervención. Esta investigación busca comprender la efectividad de aplicaciones específicas de (IA) en la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas en el bachillerato ecuatoriano. De manera similar a la creciente exploración de herramientas de (IA), iniciativas recientes han destacado la importancia de capacitar en el uso del software educativo y aplicaciones tecnológicas para validar la resolución de problemas matemáticos (Fernández & Riveros, s. f.), lo que refuerza la pertinencia de esta investigación en el panorama educativo actual.

La integración de la (IA) en la enseñanza de las matemáticas abarca diversas herramientas y enfoques cada uno con la capacidad de influir significativamente en el aprendizaje. Estrategias como la gamificación, que emplea elementos lúdicos para estimular la motivación (Jiménez Mejía et al., 2024). Comparten con la (IA) el potencial de transformar la experiencia de aprendizaje en matemáticas al fomentar una participación más activa. En este estudio nos centramos en el impacto

especifico de las herramientas de (IA) mencionadas, reconociendo su capacidad para brindar recursos personalizados, retroalimentación inmediata y practica adaptativa en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones y funciones.

## Integración de la IA en la Educación Matemática

El currículo de matemática ecuatoriano tiene como propósito fundamental enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir del contenido de texto, desarrollar integralmente a los estudiantes, cultivando sus habilidades de pensamiento racional y critico capacitándolos para aplicar y valorar las matemáticas en su entorno(Bravo Guerrero, 2020). Es cada vez más evidente que el enfoque tradicional ya no satisface plenamente las necesidades educativas actuales lo que exige acoger metodologías que integren de manera efectiva las herramientas tecnológicas, permitiendo a los estudiantes a construir conocimientos a partir de experiencias prácticas, siempre con la guía de sus docentes (Jiménez Mejía et al., 2024). En este contexto la inteligencia artificial (IA) ha evolucionado radicalmente en teorías y aplicaciones con un avance acelerado en los últimos dos años impulsando por la neurociencia, las redes neuronales y el Big Data según (García-Peña et al., 2020). AL abordar la equidad en el ámbito educativo es fundamental considerar la accesibilidad a la educación, conceptualiza como la medida en que las oportunidades educativas están disponibles y son alcanzables para todos, sin importar sus características demográficas, socioeconómicas o geográficas (Morocho Cevallos et al., 2023). En Ecuador el Ministerio de Educación tiene la responsabilidad fundamental de garantizar una educación de calidad, tal como lo establece el mandato constitucional. Esto implica no solo la implementación de currículo, sino que también la evaluación exhaustiva de las competencias que este define (Sánchez Hernández et al., 2024). En el ámbito de la práctica docente la integración de la (IA) también ha demostrado un factor de cambio muy importante permitiendo a los docentes aprovechar herramientas basadas en (IA) para obtener análisis exhaustivos del desempeño de sus estudiantes, facilitando así la adaptación de sus metodologías pedagógicas y la concentración en las áreas que requieren mayor atención (Villena Atoche et al., 2024). El potencial de la (IA) en la educación matemática es evidente, lo que resulta crucial investigar la efectividad de herramientas especificas en el contexto ecuatoriano para comprender su impacto en el aprendizaje de los estudiantes de bachillerato. Precisamente por su gran potencial para

transformar la enseñanza y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, entendiendo la educación no como un producto, sino como un proceso (García-Peña et al., 2020).

## Herramientas de IA

La creciente integración de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo presenta un panorama prometedor para transformar la enseñanza y el aprendizaje (Baltazar, 2023). Esta investigación se centró en tres herramientas específicas seleccionadas por su accesibilidad, popularidad entre los estudiantes y su potencial para apoyar el aprendizaje de sistemas de ecuaciones y funciones.

Microsoft Math Solver se destaca por su amplio alcance, permitiendo a los estudiantes abordar problemas desde aritmética básica hasta desafíos más avanzados, ofreciendo además visualizaciones gráficas y la presentación de múltiples métodos de solución lo que le convierte en una aplicación potencialmente valiosa para apoyar el aprendizaje en diferentes etapas educativas (Imacaña-Fernández et al., 2025). Se anticipo que su funcionalidad para mostrar diversos enfoques facilitaría la comprensión en la resolución de sistemas de ecuaciones.

De manera similar, la creciente aceptación de plataformas educativas en línea como Khan Academy una plataforma educativa desarrollada por Salman Khan (Bernabé, 2019). Apoya el aprendizaje dentro y fuera del entorno escolar ofreciendo una amplia gama de disciplinas como las matemáticas desde la aritmética hasta algebra lineal y computación, enriqueciendo la educación en múltiples niveles (Lasso Cardona & Conde Rodriguez, 2021). En el área específica de ecuaciones y funciones, Khan Academy proporcionan ejercicios interactivos, explicaciones en video paso a paso.

Por su parte Photomath es una de las aplicaciones educativas muy populares entre los estudiantes que se encuentra disponible en iOS y Android su uso se recomienda para un amplio rango de edad, resulta especialmente útil para estudiantes de todos los niveles que buscan apoyo en la resolución de sistemas de ecuaciones y funciones para la preparación de exámenes la capacidad de escanear problemas impresos o manuscritos y mostrar pasos detallados de la solución lo que le convierte en una herramienta valiosa para comprender el proceso de resolución (Aviz et al., 2021). Estas herramientas ofrecen un apoyo significativo y es crucial fomentar un uso equilibrado que promueva la comprensión conceptual y no solo la obtención de resultados (Alonso Hernández et al., 2023). La selección de estas herramientas para esta investigación se basó en su popularidad entre los estudiantes, su amplia accesibilidad en dispositivos móviles y web, y su capacidad para abordar la

resolución de sistemas de ecuaciones y funciones desde diferentes perspectivas pedagógicas, como la resolución paso a paso a paso, la práctica interactiva y la visualización gráfica. Estudios preliminares sugieren que el uso de Photomath promueve una mejor comprensión del proceso para obtener los resultados lo cual es fundamental para un aprendizaje significativo su versatilidad permite su uso para docentes, padres y estudiantes. (Alonso Hernández et al., 2023).

## Rendimiento Académico en matemática

El desempeño de los estudiantes en el campo de las matemáticas es el resultado de una compleja red de influencias como su preparación educativa previa y el grado de interés que manifiesta hacia la materia, juega un papel decisivo en su aprendizaje (Jiménez Mejía et al., 2024). La desmotivación y el aborrecimiento que algunos estudiantes experimentan hacia las matemáticas también representa barreras significativas para su rendimiento (Machado Pico et al., 2024b). Es crucial reconocer y analizar la influencia significativa de factores ambientales, que configuran un entramado de variables que modulan de manera sustancial el desempeño de los estudiantes (Muñoz, 2020). La participación en actividades extracurriculares durante la adolescencia se ha reconocido como un recurso significativo para el fomento de diversas habilidades y competencias (Calero et al., 2017). El apoyo de los padres ayuda a que los adolescentes se involucren más en sus estudios y tengan mejores promedios (Morales-Castillo & Aguirre-Dávila, 2018). De tal manera nuestro estudio reconoce la influencia de estos factores en el rendimiento académico de los estudiantes ante este escenario resulta crucial que los docentes se adapten e incorporen estas tecnologías en su práctica pedagógica para optimizar las oportunidades de aprendizaje de sus alumnos (Jiménez Mejía et al., 2024). Está investigación se pronuncia con un enfoque cuantitativo cuyo diseño metodológico será descrito en la siguiente sesión

## Hipótesis de investigación

Para la presente investigación se plantea la premisa o hipótesis de investigación de la siguiente manera:

$H_0$: No hay diferencias significativas en el rendimiento académico en el área de sistemas de ecuaciones y funciones entre los estudiantes de segundo de bachillerato que utilizan herramientas de Inteligencia artificial (IA) como apoyo

para el aprendizaje y su rendimiento previo a la implementación de estas herramientas.

$H_1$: La integración de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) Microsoft Math Solver, Khan Academy y Photomath mejora significativamente el rendimiento académico en el área de sistemas de ecuaciones y funciones en estudiantes de segundo de bachillerato en comparación con su rendimiento previo a la implementación de estas herramientas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación empleó un enfoque cuantitativo, con un diseño pre-experimental de Pre-Test y Post-Test a un solo grupo, debido a su capacidad para proporcionar datos numéricos objetivos y facilitar la comparación con estudios futuros como señalan(Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018a) Se evaluó el rendimiento de los estudiantes antes y después de la implementación de las herramientas de inteligencia artificial (IA) como: Microsoft Math Solver, Khan Academy y Photomath.

La muestra estuvo conformada por conveniencia por 24 estudiantes (13 hombres y 11 mujeres) de segundo año de bachillerato de la Unidad Educativa "Poaló García Moreno", ubicada en la provincia de Cotopaxi, Ecuador. El rango de edad de los participantes fue de 16 a 17 años. La elección del muestreo por conveniencia se basó en la accesibilidad al grupo de estudiantes (Jiménez Mejía et al., 2024), lo cual debe considerarse al interpretar la publicación de los resultados.

Para evaluar el nivel inicial de rendimiento, los estudiantes realizaron una prueba Pre-Test de 10 ejercicios matemáticos, diseñado para evaluar las habilidades de resolución de problemas matemáticos correspondiente al currículo de segundo de bachillerato en las áreas específicas de sistemas de ecuaciones lineales con dos y tres incógnitas y funciones lineales los ejercicios de resolución directa, aplicación a situaciones contextualizadas y análisis gráfico. Para evaluar su nivel inicial de rendimiento posteriormente se implementó una intervención de cuatro semanas, durante las cuales los estudiantes utilizaron las herramientas de inteligencia artificial (Microsoft Math Solver, Khan Academy y Photomath), para resolver problemas matemáticos como sistemas de ecuaciones y funciones, en el aula se dio a conocer brevemente las funcionalidades principales de cada herramienta permitiendo a los estudiantes que exploren y utilicen según sus preferencias y necesidades, no se establecieron tareas específicas obligatorias con las herramientas, buscando observar su aceptación y utilidad percibida por el grupo de estudiantes en su proceso de aprendizaje. La colaboración del docente se

limitó a la resolución de dudas frecuentes sobre el uso de las herramientas de inteligencia artificial.(Machado Pico et al., 2024b).

Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas con un nivel de significancia del 5% $(\alpha = 0.05)$. La prueba t de Student para muestras pareadas es muy adecuada para comparar las medias del rendimiento académico del mismo grupo de estudiantes antes y después de una intervención (Manuel Molina, 2022). El análisis se realizó utilizando Microsoft Excel versión 2108 LTSC MSO (16.0.14332.21016) de 64 bits con el objetivo de determinar el impacto de la integración de las herramientas de Inteligencia Artificial en el rendimiento de los estudiantes en el conocimiento de sistemas de ecuaciones y funciones.

Finalmente se aplicó una prueba Post-Test con un diseño similar al Pre-Test para evaluar el rendimiento después de la intervención y determinar el impacto de la integración de las herramientas de (IA) en el conocimiento especifico de sistemas de ecuaciones y funciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

El presente estudio se propuso evaluar el efecto de la integración de herramientas educativas basadas en Inteligencia Artificial, principalmente (Microsoft Math Solver, Khan Academy y Photomath), en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones y funciones en 24 estudiantes de segundo de bachillerato. La (IA) ofrece soluciones prometedoras a problemas educativos mediante simulaciones interactivas y se adapta a los intereses y necesidades de los estudiantes (Aparicio Gómez, 2023). Para alcanzar este objetivo, se midió el rendimiento académico de los participantes en dos fases: antes y después de la implementación de dichas herramientas.

Se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando la prueba t de Student para muestras pareadas (Manuel Molina, 2022), con un nivel de significancia del 5%$(\alpha = 0.05)$ con el propósito de determinar la significancia de las diferencias entre las evaluaciones previa y posterior a la intervención. Para el cálculo de los estadísticos, se empleó, Microsoft Excel versión 2108 LTSC MSO (16.0.14332.21016) de 64 bits.

La Tabla 1. Muestra detalladamente las calificaciones obtenidas por los 24 estudiantes, los datos en la tabla proporcionan un panorama claro de las

calificaciones alcanzadas por el grupo de estudio, facilitando así el análisis necesario para evaluar el impacto de las diferentes herramientas educativas implementadas. Se utilizo los parámetros de calificación de aprendizajes establecidos por el Ministerio de Educación del Ecuador (Jiménez Mejía et al., 2024).

DA (Domina los Aprendizajes) 9,00-10,00

AA (Alcanza los Aprendizajes) 7,00-8,99

PA (Está Próximo a Alcanzar) 4.00-6,99

NA (No Alcanza los Aprendizajes) ≥ 3,99.

**Tabla 1.**

*Calificaciones de evaluación diagnóstica (Pre-Test) y evaluación Sumativa (Post-Test) del Grupo de estudiantes.*

| Estudiantes | Evaluación Diagnóstica (Pre-Test) | Evaluación Sumativa (Post-Test) |
|---|---|---|
| 1 | 5,00 | 7,00 |
| 2 | 6,00 | 8,00 |
| 3 | 10,00 | 10,00 |
| 4 | 2,00 | 4,00 |
| 5 | 3,00 | 5,00 |
| 6 | 8,00 | 7,00 |
| 7 | 2,00 | 9,00 |
| 8 | 7,00 | 8,00 |
| 9 | 6,00 | 7,00 |
| 10 | 8,00 | 10,00 |
| 11 | 7,00 | 8,00 |
| 12 | 4,00 | 7,00 |
| 13 | 7,00 | 8,00 |
| 14 | 6,00 | 7,00 |
| 15 | 9,00 | 10,00 |
| 16 | 5,00 | 6,00 |
| 17 | 1,00 | 5,00 |
| 18 | 5,00 | 7,00 |
| 19 | 4,00 | 6,00 |
| 20 | 7,00 | 10,00 |
| 21 | 6,00 | 8,00 |
| 22 | 5,00 | 7,00 |
| 23 | 3,00 | 3,00 |

| | | |
|---|---|---|
| 24 | 6,00 | 8,00 |

*Fuente: Elaborado por los autores*

La Tabla 2. Presenta los resultados del rendimiento académico de un grupo de 24 estudiantes antes y después de la implementación de herramientas educativas basadas en (IA). Los resultados muestran un incremento en la media de las evaluaciones aumento de 5,50 a 7,29 tras la intervención indicando una mejora de 1,79 puntos en el rendimiento académico. La varianza y la desviación estándar disminuyeron de 2,27 a 1,85 lo que indica una ligera reducción en la dispersión de los resultados y de la varianza de 5,13 a 3,43. Si bien la consistencia de los resultados aumentó ligeramente, la magnitud del cambio en la dispersión es moderada.

**Tabla 2.**

*Resultados de las evaluaciones Pre-Post Test*

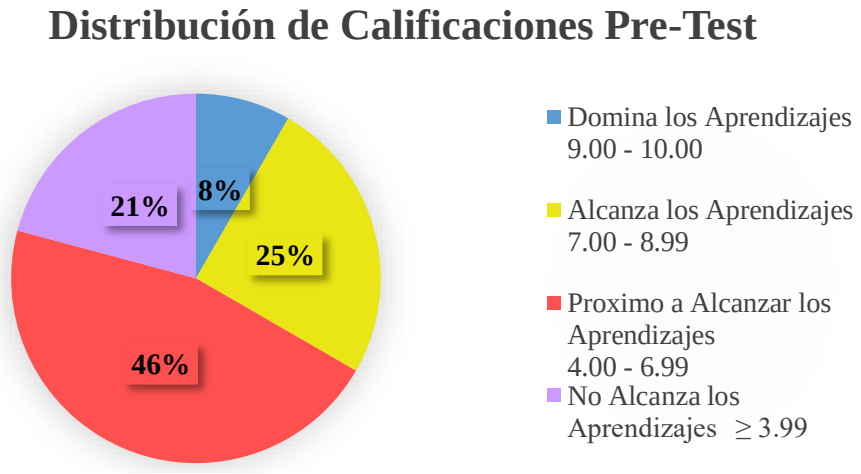
| Medida | Evaluación Pre-Test | Evaluación Post-Test |
|---|---|---|
| Número de estudiantes | 24 | 24 |
| Desviación estándar | 2,27 | 1,85 |
| Media | 5,50 | 7,29 |
| Varianza | 5,13 | 3,43 |

*Fuente: Elaborado por los autores*

La Figura 1. Ilustra la evaluación diagnóstica inicial, aplicada a los 24 estudiantes de secundaria, se observó que el 21% no alcanzaron los aprendizajes requeridos y un 46% adicional se encontraba próximo a alcanzarlos, mientras que el 25% evidenció haber alcanzado los aprendizajes. Solo un 8% demostró dominio de los conocimientos necesarios sobre sistemas de ecuaciones y funciones. En consecuencia, un 67% de los estudiantes no alcanzó la nota mínima de 7/10 puntos, lo que indica una carencia significativa de los conocimientos previos necesarios en el tema al inicio del estudio, con una alta concentración de estudiantes en las categorías NA y PA.

**Figura 1.**

*Evaluación Diagnóstico inicial del nivel de conocimientos*

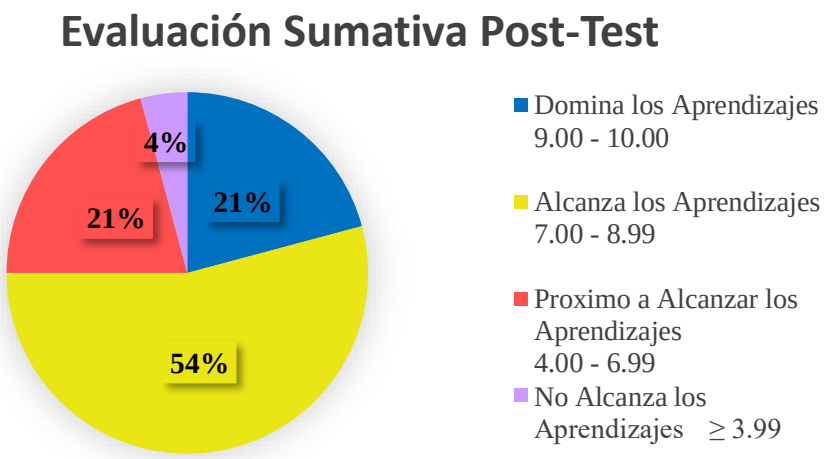



*Fuente: Elaborado por los autores*

La Figura 2. Representa los resultados de la evaluación sumativa posterior a la implementación de las herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en los 24 estudiantes. En esta evaluación, el 54% de los estudiantes alcanzo los aprendizajes requeridos, mientras que el 4% no lo hizo. Un 21% se mantuvo próximo a alcanzar dichos aprendizajes, y un 21% demostró dominio. Estos resultados reflejan una mejora general en el nivel de aprendizaje del grupo tras la intervención con las herramientas de (IA), evidenciando un aumento en las categorías A.A y D.A, y una notable disminución en la categoría N.A en comparación con la evaluación diagnostica inicial (Figura 1).

**Figura 2.**

*Resultados de la evaluación sumativa tras la implementación de herramientas de Inteligencia Artificial.*




*Fuente: Elaborado por los autores*

En la figura 3. Ilustra el incremento de las calificaciones del rendimiento de los 24 estudiantes, revelando cambios notables tras la integración de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza matemática, mediante plataformas como Microsoft Math Solver, Khan Academy y Photomath, en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones y funciones.

En la evaluación diagnóstica (Pre-Test), se observó la distribución del rendimiento 2 estudiantes con el 8.33% dominaban los aprendizajes, 6 estudiantes con el 25.00% alcanzaban los aprendizajes, 11 estudiantes con el 45.83% estaban próximos a alcanzar los aprendizajes y 5 estudiantes con el 20.83% no lograban alcanzar los aprendizajes.

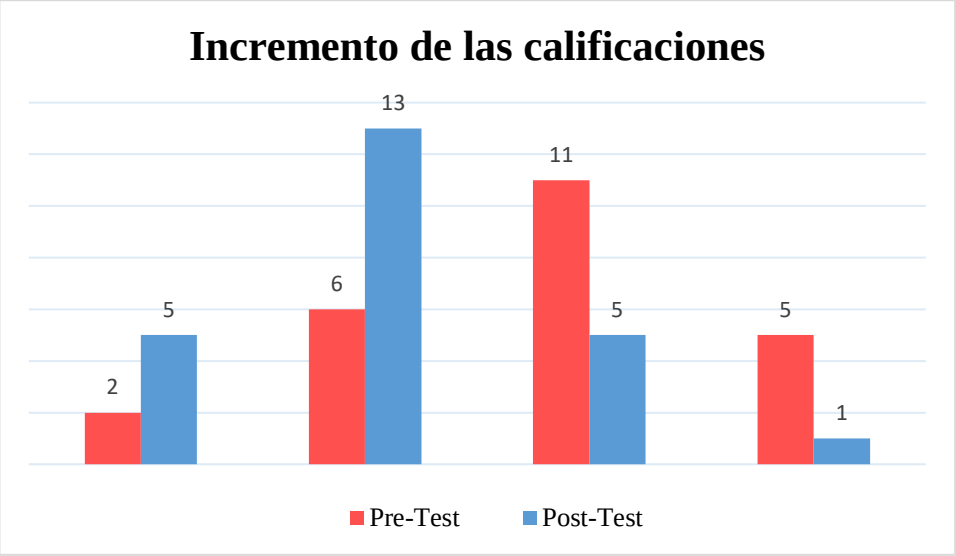
En contraste la evaluación sumativa (Post-Test) demostró una mejora considerable en la estructura del desempeño general del grupo. El número de estudiantes que exhibían dominio de los aprendizajes ascendió significativamente a 5 (20,83%), mientras que el grupo que alcanzaba los aprendizajes experimento un incremento sustancial de 13 (54,17%), Paralelamente, se observó una reducción en el número de estudiantes próximos a alcanzar los aprendizajes, situándose en 5(20,83%) y solo1 estudiantes (4,17%) no logro alcanzar los aprendizajes al finalizar la intervención.

© Vicerrectorado Académico de la Universidad Laica *Eloy Alfaro* de Manabí, Ecuador.

Este cambio ilustra una clara propensión hacia un mayor logro académico en sistemas de ecuaciones y funciones y estadísticamente hacia los niveles superiores de desempeño y una disminución apreciable en los niveles inferiores. Este patrón sugiere con solidez que la aplicación de la inteligencia artificial en la educación matemática, mediante plataformas de (IA) resultó eficaz en facilitar el aprendizaje y promover el avance de los estudiantes hacia un dominio superior del tema.

**Figura 3.**

*Incremento de las calificaciones promedio antes y después de la implementación*




*Fuente: Elaborado por los autores*

Los resultados de la Tabla 3. Revelaron una media significativamente mayor en el Post-Test de 7,29 en comparación con el Pre-Test 5,50. El estadístico t calculado fue de -2.999 con 23 grados de libertad. Este valor resulto estadísticamente significativo (p=0,0044, prueba de dos colas), siendo menor que el nivel de significancia establecido de $a = 0.05$ y superando en magnitud el valor crítico de t para dos colas (2,015).

En resumen, estos resultados demuestran que existe una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento académico del grupo de estudiantes después de la intervención con las herramientas de Inteligencia Artificial. El aumento en la media del Post-Test indica que la intervención tuvo un efecto positivo y medible en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones y

funciones. Estudios previos han evidenciado mejoras muy similares en el rendimiento académico como resultado de la implementación de intervenciones tecnológicas, tal como la gamificación (Chuchuca Tocto et al., 2025).

**Tabla 3.**

*Análisis comparativo del rendimiento académico (Pre-Test vs Post-Test) mediante prueba t Student para muestras pareadas.*

| | **Pre-Test** | **Post-Test** |
|---|---|---|
| Media | 5,5 | 7,29166667 |
| Varianza | 5,13043478 | 3,43297101 |
| Observaciones | 24 | 24 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Grados de libertad | 23 | |
| **Estadístico t** | -2,9994358 | |
| P(T<=t) una cola | 0,00221981 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,68022998 | |
| P(T<=t) dos colas | 0,00443962 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,01536757 | |

*Fuente: Elaborado por los autores*

Los resultados de este estudio indica claramente que la integración de las herramientas de (IA) tuvo un impacto positivo y significativo en el rendimiento académico de los estudiantes en el área de sistemas de ecuaciones y funciones. El aumento promedio de 1,79 puntos entre el Pre-Test y el Post-Test, junto con la significancia estadística obtenida en la prueba t, respalda esta conclusión. Además, el análisis de las categorías de aprendizaje del Ministerio de Educación (Creamer et al., s. f.), evidencia una notable mejora, un mayor número de estudiantes alcanzaron o dominaron los aprendizajes en el Post-Test, mientras que disminuyo la

cantidad de estudiantes próximos a alcanzar o que alcanzaron los aprendizajes.

Este incremento en el rendimiento se refleja no solo en el aumento de la media de las calificaciones sino también en la progresión de los estudiantes hacia niveles de aprendizaje más altos, como se visualiza en la comparación de las Figuras 1. y 2. La disminución del porcentaje de estudiantes en las categorías No Alcanza (NA) y Próximo Alcanzar (PA) los Aprendizajes, junto con el aumento en las categorías Alcanza (AA) y Domina los Aprendizajes (DA) sugiere que las herramientas de (IA) facilitaron una comprensión profunda y una mayor habilidad en el manejo de sistemas de ecuaciones y funciones

Estos resultados son consistentes con investigaciones previas que han destacado el potencial de las herramientas de (IA) en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones y funciones y se alinean con resultados obtenidos en investigaciones previas que investigan el impacto de estrategias didácticas innovadoras en la enseñanza de conceptos algebraicos. Por ejemplo, (Jiménez Mejía et al., 2024), investigo la implementación de la gamificación a través de la plataforma Genially para la enseñanza de ecuaciones e inecuaciones, encontrando una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes. Esto demuestra que tanto la (IA) como la gamificación, aunque aplican mecanismos distintos (aprendizaje adaptativo y retroalimentación inteligente vs. Motivación e interactividad lúdica), comparten el potencial de optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas al involucrar a los estudiantes de manera activa y personalizada.

El impacto positivo observado en el rendimiento podría explicarse por diversos beneficios que ofrecieron las herramientas de (IA). La interacción con recursos dinámicos y la posibilidad de recibir asistencia inmediata ante dudas pudieron disminuir la sensación de dificultad y estimular el interés de los estudiantes.(Machado Pico et al., 2024a).

A pesar de los resultados prometedores es importante considerar algunas limitaciones del estudio como el tamaño de la muestra (n=24), deben ser tomadas en cuenta al interpretar estos resultados. La falta de un grupo de control impide establecer una casualidad directa y descartar por completo la influencia de otras variables. Además, el muestreo por conveniencia limita la generalización de los resultados a otro grupo de estudiantes. Es importante señalar que la integración de la (IA) en la educación plantea desafíos éticos y sociales significativos (Aparicio Gómez, 2023), subraya la crucial necesidad de garantizar la privacidad y seguridad de los datos de los estudiantes. A pesar de estas limitaciones la presente investigación aporta

evidencia preliminar sobre el potencial de estas herramientas de (IA), como recursos valiosos para mejorar el aprendizaje de conceptos matemáticos específicos en el bachillerato ecuatoriano.(Sánchez Hernández et al., 2024)

Para futuras investigaciones, se recomienda abordar estas limitaciones a través de la implementación de muestras más extensas y estadísticamente representativa (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018b), lo que permitirá generalizar mejor los hallazgos a otros estudiantes de bachillerato en Ecuador. Además, se sugiere examinar la sostenibilidad del efecto de estas herramientas a lo largo del tiempo, su eficacia en distintos niveles educativos y en otras ramas de las matemáticas, así como investigar la interacción entre el uso de la Inteligencia Artificial y factores emocionales como la motivación y la autoeficacia de los estudiantes.

## CONCLUSIONES

La integración de herramientas educativas basadas en Inteligencia Artificial (IA), específicamente Microsoft Math Solver, Khan Academy y Photomath, demostró tener un impacto significativo y estadísticamente robusto en el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de bachillerato en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones y funciones. El aumento sustancial en las calificaciones promedio y la progresión hacia niveles de aprendizaje superiores evidencian el valor de estas herramientas como complemento a la enseñanza tradicional.

La implementación de las herramientas de (IA) no solo elevó el rendimiento promedio, sino que también generó una transformación positiva en la distribución del aprendizaje dentro del aula. Se observó una reducción significativa de los estudiantes con bajo rendimiento y un aumento considerable de aquellos que alcanzaron y dominaron los aprendizajes, lo que indica que la intervención fue efectiva para abordar las dificultades de aprendizaje y promover un dominio más sólido de los contenidos, generando un impacto positivo en la equidad educativa dentro del aula.

Los resultados de este estudio respaldan la exploración y la implementación estratégica de herramientas de (IA), en la enseñanza de las matemáticas, reconociendo su capacidad para ofrecer recursos personalizados, retroalimentación inmediata y practica adaptativa. Si bien los resultados son prometedores, se recomienda realizar futuras investigaciones con muestras

más amplias y diseños metodológicos rigurosos para confirmar su efectividad a largo plazo y en diversos contextos educativos.

## RECONOCIMIENTO

Agradecemos a los docentes que conforman la Facultad de Posgrado de la Universidad Espíritu Santo por su guía y dedicación durante el desarrollo de esta investigación mostrando su predisposición en todo momento en nuestra formación. Esta experiencia ha sido profundamente enriquecedora para nuestro desarrollo profesional en el campo de las matemáticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso Hernández, I., Barreto Zúñiga, W. W., Bajaña Calle, O. A., Cano Herrera, G. E., Mazaira Rodríguez, Z., & Sánchez Gualpa, E. E. (2023). Photomath como alternativa para mejorar la calidad de proceso de enseñanza – aprendizaje en el área de matemática en los estudiantes de 1ro de bachillerato. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(3), 4105-4132. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6468

Aparicio Gómez, W. O. (2023). La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, *3*(2), 217-230. https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133

Aviz, W. M. D. A., Vasconcelos, A. E. R., & Lozada, C. D. O. (2021). Uso dos aplicativos Photomath e Toon Math no ensino de matemática. *Boletim Cearense de Educação e História da Matemática*, *8*(23), 721-737. https://doi.org/10.30938/bocehm.v8i23.5142

Baltazar, C. (2023). Herramientas de IA aplicables a la Educación. *Technology Rain Journal*, *2*(2), e15. https://doi.org/10.55204/trj.v2i2.e15

Bernabé, I. R. T. (2019). *El poder de Khan Academy en el aprendizaje de las Matemáticas en el CONALEP*. *1*.

Bravo Guerrero, F. E. (2020). Importancia del currículo, texto y docente en la clase de matemática. *Revista Científica UISRAEL*, *7*(2), 109-120. https://doi.org/10.35290/rcui.v7n2.2020.310

Caicedo, C. P. M. (s. f.). *La enseñanza de las matemáticas en la era de la Inteligencia Artificial*.

Calero, A. D., Barreyro, J. P., & Injoque-Ricle, I. (2017). Inteligencia emocional durante la adolescencia: Su relación con la participación en actividades extracurriculares. *Psicodebate*, *17*(2), 43. https://doi.org/10.18682/pd.v17i2.693

Chuchuca Tocto, L. D., Vera Pisco, D. G., & Sornoza-Parrales, D. (2025). Estrategias de gamificación aplicadas en matemáticas al desarrollo de competencias digitales a los estudiantes. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, *9*(1), 16-29. https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v9.n1.2025.16-29

Creamer, M., Araujo, S., Baquero, V., Crespo, M. F., Espinosa, M. C., Pavo, M. Á. H., Salas, M. C. E., Cevallos, S. M. C., Alvarado, H. A. M., Rios, D. G. B., Orellana, L. J. M., Tobar, R. E. M., Guerra, P. A. S., Barriga, K. J. G., Benitez, N. V. R., Oramas, K. G. H., Caiza, H. F. E., Almeida, V. H. C., Velasteguí, A. L. M., & Valencia, M. A. P. (s. f.). *MINISTRA DE EDUCACIÓN*.

Fernández, I., & Riveros, V. (s. f.). *Software educativo y las funciones matemáticas. Una estrategia de apropiación*.

García-Peña, V. R., Mora-Marcillo, A. B., & Ávila-Ramírez, J. A. (2020). *La inteligencia artificial en la educación Artificial intelligence in education Inteligência artificial na educação*. *6*.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018a). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018b). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.

Imacaña-Fernández, J., Paute-Loján, J., Noriega, J., & Rodriguez-Caballero, G. (2025). Implementación de la herramienta Microsoft Math Solver para el fortalecimiento del aprendizaje en Matemáticas en estudiantes de 10mo año EGBS. *593 Digital Publisher CEIT*, *10*(1), 326-338. https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1.2862

Jiménez Mejía, F., Cabrera Valladolid, M. J., Sornoza Parrales, D. R., & Vera Pisco, D. G. (2024). Gamificación como estrategia didáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de ecuaciones e inecuaciones: Gamificación como estrategia didáctica. *Revista Científica Sinapsis*, *25*(2). https://doi.org/10.37117/s.v25i2.1105

Lasso Cardona, L. A., & Conde Rodriguez, K. N. (2021). Khan Academy como herramienta en el aprendizaje de las matemáticas y la programación. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*. https://doi.org/10.15332/25005421.5777

Machado Pico, H. A., Sagnay Alvarado, E., Vera Pisco, D. G., & Sornoza Parrales, D. (2024a). Integración Efectiva De Aplicaciones Informáticas Para Potenciar El Aprendizaje De Las Matemáticas En Bachillerato. *Revista Científica Sinapsis*, *25*(2). https://doi.org/10.37117/s.v25i2.1108

Machado Pico, H. A., Sagnay Alvarado, E., Vera Pisco, D. G., & Sornoza Parrales, D. (2024b). Integración Efectiva De Aplicaciones Informáticas Para Potenciar El Aprendizaje De Las Matemáticas En Bachillerato. *Revista Científica Sinapsis*, *25*(2). https://doi.org/10.37117/s.v25i2.1108

Manuel Molina. (2022). Paso a paso. Prueba de la t de Student para muestras independientes. *Revista Electrónica AnestesiaR*, *14*(8), 1. https://doi.org/10.30445/rear.v14i8.1060

Marcalla Bajaña, D. E., Veliz Saltos, O. Y., Santana Fernández, J. E., & Vinces Llaguno, L. S. (2025). Integración de tecnología en la enseñanza de las matemáticas: Ventajas y desafíos. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual «ALCON»*, *5*(1), 354-364. https://doi.org/10.62305/alcon.v5i1.417

Morales-Castillo, M., & Aguirre-Dávila, E. (2018). Involucramiento Parental Basado en el Hogar y Desempeño Académico en la Adolescencia. *Revista Colombiana de Psicología*, *27*(2), 137-160. https://doi.org/10.15446/rcp.v27n2.66212

Morocho Cevallos, R. A., Cartuche Gualán, A. P., Tipan Llanos, A. M., Guevara Guevara, A. M., & Ríos Quiñónez, M. B. (2023). Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(6), 2032-2053. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8832

Muñoz, S. T. (2020). Estrategias para mejorar el rendimiento académico de la asignatura de matemáticas. *Revista Iberoamericana de la Educación*, *3*(3). https://doi.org/10.31876/ie.v3i3.43

Sánchez Hernández, J. J., Cristóbal Imacaña, A. E., & Vera Pisco, D. G. (2024). APLICACIÓN DEL MÉTODO SINGAPUR PARA LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA A ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SUPERIOR EN LA U. E. "JOSÉ PEDRO VARELA". *Refcale: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, *12*(3), 219-240. https://doi.org/10.56124/refcale.v12i3.013

Sandra Sorayda, R. R., Efrén Bolívar, H. Z., Cristian René, H. Z., María Fernanda, O. O., & Marco Vinicio, C. (2025). Impacto de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje de los Estudiantes de Bachillerato: Un Estudio en la Unidad Educativa Belisario Quevedo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *9*(2), 3890-3905. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17182

Tomalá De La Cruz, M. A., Mascaró Benites, E. M., Carrasco Cachinelli, C. G., & Aroni Caicedo, E. V. (2023). Incidencias de la inteligencia artificial en la educación. *RECIMUNDO*, *7*(2), 238-251. https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.238-251

Universidad de La Laguna (España), & González-González, C. S. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en la educación: Transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Qurriculum. Revista de Teoría,Investigación y Práctica educativa*, *36*, 51-60. https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.03

Verduga Zambrano, J., Muñoz Mendoza, M., & Loor Paz, G. (2024). TICs y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA A ESTUDIANTES DE BACHILLERATO: ICTs and ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PROCESS OF TEACHING MATHEMATICS TO STUDENTS IN HIGH SCHOOL. *Revista de Investigación Científica TSE DE*, *7*(2). https://doi.org/10.60100/tsede.v7i2.223

Villena Atoche, C. A., Calsin Berríos, W., Espinoza Gaona, D. I., & Rengifo Osorio, J. A. (2024). Aplicación de la inteligencia artificial en la resolución de problemas matemáticos en el nivel universitario. *Revista Social Fronteriza*, *4*(5), e45458. https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)458