

13

ANÁLISIS COMPARATIVO,
METODOLOGÍA TRADICIONAL VERSUS INTELIGENCIA
ARTIFICIAL APOYADA EN LA ANALÍTICA DEL APRENDIZAJE
EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

ANÁLISIS COMPARATIVO,

METODOLOGÍA TRADICIONAL VERSUS INTELIGENCIA ARTIFICIAL APOYADA EN LA ANALÍTICA DEL APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

COMPARATIVE ANALYSIS, TRADITIONAL METHODOLOGY VERSUS ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED BY LEARNING ANALYTICS IN THE TEACHING OF MATHEMATICS

Edgar Patricio Vaca-Espín¹

E-mail: epvacae@ube.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3286-9093>

David Joel Mamonte-Zambrano¹

E-mail: djmamontez@ube.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0627-2565>

Raúl López-Fernández¹

E-mail: rlopezf@ube.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5316-2300>

Samuel Sánchez-Gálvez²

E-mail: samuel.sanchezg@ug.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1607-7059>

¹ Universidad Bolivariana. Ecuador.

² Universidad de Guayaquil. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Vaca-Espín, E. P., Mamonte-Zambrano, D. J., López-Fernández, R., & Sánchez-Gálvez, S. (2025). Análisis comparativo, metodología tradicional versus inteligencia artificial apoyada en la analítica del aprendizaje en la enseñanza de la Matemática. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, 4(1), 138-149.

RESUMEN

En la actualidad los estudios comparativos entre diferentes metodologías de enseñanza han cobrado fuerzas por el auge de los recursos didácticos digitales, además estos generan un cúmulo importante de datos los cuales son funcionales desde la analítica del aprendizaje. El objetivo de esta investigación fue comparar el uso de la inteligencia artificial versus metodología tradicional apoyada por la analítica del aprendizaje para la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática. La metodología utilizada fue cuantitativa desde un paradigma positivista utilizando un tipo de estudio observacional analítico con un diseño de antes y después. Los métodos utilizados desde el punto de vista teórico fue el analítico-sintético y el hipotético-deductivo, desde la práctica los métodos estadísticos matemáticos. Los resultados fundamentales fueron un mejor rendimiento académico, al utilizar los recursos didácticos digitales, en este estudio la inteligencia artificial (IA), versus la metodología tradicional todo ello sustentado desde la analítica del aprendizaje. En conclusión, la interacción de los recursos didácticos digitales con la analítica del aprendizaje garantiza en la enseñanza de la matemática un mejor rendimiento académico que cuando se utiliza la metodología tradicional.

Palabras clave:

Analítica del aprendizaje, enseñanza de la matemática, inteligencia artificial, recurso didáctico digital.

ABSTRACT

Currently, comparative studies between different teaching methodologies have gained strength due to the rise of digital teaching resources, which also generate a significant amount of data that are functional from the perspective of learning analytics. The objective of this research was to compare the use of artificial intelligence versus traditional methodology supported by learning analytics to improve the teaching-learning process of mathematics. The methodology used was quantitative from a positivist paradigm using a type of analytical observational study with a before and after design. The methods used from a theoretical point of view were analytical-synthetic and hypothetical-deductive, and from a practical point of view, mathematical statistical methods. The fundamental results were better academic performance when using digital teaching resources, in this study artificial intelligence (AI), versus traditional methodology, all of this supported by learning analytics. In conclusion, the interaction of digital teaching resources with learning analytics guarantees better academic performance in the teaching of mathematics than when using traditional methodology.

Keywords:

Learning analytics, mathematics teaching, artificial intelligence, digital teaching resource.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la educación, varias figuras psicológicas como Piaget y Vygotsky han trabajado para comprender la estructura del aprendizaje y, debido a los beneficios de esta investigación, ahora existen diferentes tipos de aprendizaje que son una adaptación importante del aprendizaje (Tekman Education, 2021).

Para Mendoza & Maldonado (2019), sintetizando las cuatro etapas propuestas por Piaget, la primera etapa, denominada sensoriomotora, se completa a los dos años y tiene en cuenta el desarrollo de la conciencia, donde queda clara la importancia del desarrollo de las habilidades relacionadas con la motricidad. La segunda etapa es la etapa preoperacional, que dura hasta siete años y se caracteriza principalmente por el desarrollo del lenguaje, el simbolismo y el pensamiento egocéntrico. El tercero son acciones específicas para alcanzar los conceptos de reversibilidad y conservación. Cuarto, aparecieron las operaciones formales y fue evidente el desarrollo del pensamiento abstracto y el pensamiento lógico.

El psicólogo y educador David Ausubel afirma en su teoría que el aprendizaje significativo se basa en la idea de que los estudiantes aprenden mejor cuando son capaces de conectar activamente nuevos conocimientos con sus estructuras cognitivas existentes. Ausubel también contrastó este enfoque con el aprendizaje aleatorio, enfatizando la importancia de la relevancia y la conexión de la nueva información con el conocimiento previo de los estudiantes (Torres, 2016).

Debido a la existencia de procesos inadecuados de enseñanza de matemáticas en todo el mundo, los estudiantes experimentan cierta confusión en las actividades básicas y el uso de métodos tradicionales por parte de los docentes, lo que resulta en una falta de didáctica y participación en las aulas de matemáticas. aplicación, el uso de procesos de enseñanza rígidos e inflexibles, el uso limitado de métodos innovadores en el proceso de enseñanza y la presencia de docentes que se resisten a los cambios para utilizar los métodos de enseñanza actuales (por ejemplo, inteligencia artificial en matemáticas).

Actualmente, la educación matemática enfrenta diversos desafíos, como la personalización del aprendizaje, la atención a la diversidad de los estudiantes y la adaptación a los avances tecnológicos. A partir de los avances tecnológicos, existen diversas alternativas que pueden brindar soluciones innovadoras para mejorar la calidad de la educación matemática.

Los sistemas educativos de cada región relevante para América Latina han desarrollado protocolos educativos de calidad que fortalecen el proceso de enseñanza y aprendizaje y enfatizan el desarrollo de métodos de enseñanza que fortalezcan el sistema educativo latinoamericano, ya que las escuelas deben innovar en los métodos de enseñanza si quieren llamar e inspirar a una nueva

generación de jóvenes (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2013).

Sin embargo, las dificultades en la enseñanza de las matemáticas tendrán ciertas consecuencias; por ejemplo, los estudiantes tendrán conocimientos básicos limitados y no tendrán oportunidad de adquirir conocimientos más allá de los contenidos en el sistema curricular. Además, el sujeto puede tener un rendimiento deficiente. En este sentido, el sistema educativo ecuatoriano, especialmente en las instituciones educativas, es tradicional y convencional en la aplicación de los procesos de aprendizaje de las matemáticas, y también es más limitado en la presencia de clases virtuales con un número reducido de estudiantes. El derecho a utilizar la inteligencia artificial.

La enseñanza, en cualquier área del saber, depende de la didáctica con que esta se imparte entendida, según Casasola (2020), como disciplina, se encarga del estudio de los principios, métodos y técnicas de enseñanza, con énfasis en planificar, organizar, conducir y evaluar los procesos de enseñanza y aprendizaje en diversos contextos, incluida la educación formal y no formal.

Con base en esta definición, se puede decir que la pedagogía general es esencial para el campo de la educación, ya que proporciona un marco teórico y práctico que guía a los educadores en la creación de un ambiente de aprendizaje efectivo y significativo, apoyando el desarrollo de diversas pedagogías específicas incluyendo las matemáticas. La pedagogía de las matemáticas concretas es una rama de la educación que se centra en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas de forma concreta y eficaz.

Se enfoca en desarrollar métodos, estrategias y recursos de enseñanza que coincidan con las características y necesidades de los estudiantes para promover su comprensión y aplicación de conceptos matemáticos (Camilloni, 2007).

La pedagogía general puede proporcionar un marco teórico y práctico para planificar, organizar, conducir y evaluar cursos educativos en varios contextos diferentes, mientras que la pedagogía matemática específica se centra en la enseñanza y el aprendizaje de una materia utilizando métodos y modos de enseñanza específicos en este campo. En tal sentido, la implementación de métodos de enseñanza específicos se manifiesta en la influencia de varios métodos de enseñanza y sus métodos en el crecimiento exitoso del conocimiento personal de los estudiantes.

El aprendizaje personalizado es un enfoque que reconoce las diferencias individuales de los estudiantes y les permite desarrollarse a su propio ritmo. Las tecnologías educativas, como los programas de matemáticas adaptativas, pueden facilitar este tipo de aprendizaje al proporcionar actividades y ejercicios adaptados a las necesidades de cada estudiante.

De acuerdo con Guerra et al. (2019), creen que el aprendizaje cooperativo implica cooperación o colaboración y se refiere al concepto de trabajar juntos para lograr un objetivo común. Esto hace que cada persona consiga resultados muy beneficiosos no sólo para él sino también para todo el equipo. Además, Lizcano et al. (2019), quienes plantearon que el aprendizaje colaborativo incluye información, entorno, aula, conocimiento, etc. comportamiento de intercambio. Por lo tanto, las agrupaciones se crean por aproximación, ya que su distancia es proporcional a su similitud, relación, fuerza e importancia. Por tanto, se puede concluir que la cooperación está relacionada con actividades colectivas de producción y comunicación.

La visión del aprendizaje basado en proyectos es involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas del mundo real aplicando conceptos matemáticos a situaciones prácticas. Los cursos de matemáticas inspiran creatividad, pensamiento crítico y autonomía en los estudiantes mientras los sumergen en las aplicaciones prácticas de las matemáticas. Para lograr este aprendizaje es fundamental una enseñanza basada en un enfoque activo que se centre en los estudiantes, en sus aprendizajes, en sus habilidades y habilidades propias de los conocimientos de la materia. Estas estrategias ven el proceso de enseñanza y aprendizaje como heurístico y constructivo en lugar de receptivo (Sae-Helaz, 2020).

La enseñanza basada en métodos activos representa un cambio fundamental en la forma en que entendemos el aprendizaje, ya que coloca a los estudiantes en el centro de las actividades del proceso, no sólo impartiendo conocimientos, sino también desarrollando habilidades básicas en las materias relevantes. En este sentido, todas las ventajas de este enfoque de aprendizaje y activo suponen una alternativa a la enseñanza conductista tradicional, ya que se centran más en lo que aprenden los estudiantes que en lo que enseñan los profesores, mejorando así el rendimiento académico, la motivación y la conciencia de participación en el proceso de aprendizaje.

Lo anterior se basa en consideraciones de qué conocimientos tienen los constructivistas y Levi S. Vygotsky que ya se encuentran en el área de desarrollo actual (ZDA) y que se fundamenta y se relaciona con la construcción de este nuevo conocimiento. Su teoría de la zona ZDP, que es la piedra angular del concepto de desarrollo y formación de la personalidad, no sólo del aprendizaje, se centra en el momento de la metafísica (López et al., 2021). En tal sentido, El constructivismo social aplicado a la tecnología no sólo abre oportunidades para comprender los conceptos y las relaciones que se encuentran en el aprendizaje, sino que también indica si los estudiantes interactúan lo suficiente con el entorno físico. Ambos temas son importantes y deben considerarse en el desarrollo del aula.

Con el surgimiento de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el componente pedagógico (recurso de aprendizaje) ha tomado un lugar importante en

los sistemas interactivos junto con otros componentes. Los recursos de aprendizaje desempeñan un papel vital en la educación porque facilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje al proporcionar herramientas y medios que permiten a los estudiantes comprender y aprender mejor los conceptos. Desde el punto de vista de la enseñanza, se puede decir que los recursos son habilidades que determinan los tipos de métodos y estrategias utilizados en el proceso de aprendizaje (Herrero, 2004).

En este momento, en la tercera década del siglo XXI, la inteligencia artificial (IA) como recurso de aprendizaje digital comienza a popularizarse en las ciencias de la educación. Puede transformar el plan de estudios y satisfacer las necesidades de los estudiantes para adaptarse al desarrollo de la industria. Como caso especial, los recursos digitales de aprendizaje ofrecen nuevas posibilidades para el proceso de aprendizaje, incluyen imágenes, sonidos e interactividad como elementos que fortalecen la comprensión y motivación de los estudiantes. El video y la televisión digital, los videojuegos y los procesos de creación de juegos, la realidad aumentada, los recursos audiovisuales como los dispositivos móviles, las tecnologías interactivas como las pizarras digitales, las mesas multitáctiles, los robots se han convertido en importantes fuentes de información y aprendizaje para cubrir las necesidades de los estudiantes (García, 2016).

Rose (2020), indica que la inteligencia artificial se refiere a sistemas informáticos capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como razonamiento, resolución de problemas, aprendizaje y toma de decisiones. Vale la pena señalar que la inteligencia artificial tiene muchas aplicaciones en el campo de la educación, como, por ejemplo:

- Aprendizaje personalizado: los sistemas de inteligencia artificial pueden adaptar el contenido de aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante y proporcionar rutas de aprendizaje personalizadas y recomendaciones específicas.
- Tutores virtuales y asistentes inteligentes: los chatbots y asistentes virtuales basados en inteligencia artificial pueden brindar apoyo y orientación a los estudiantes, responder preguntas, brindar explicaciones y facilitar la resolución de problemas.
- Análisis predictivo y de diagnóstico: los algoritmos de IA pueden analizar datos educativos para identificar patrones, predecir el desempeño de los estudiantes y diagnosticar áreas de necesidad de mejora o dificultades. Automatización de tareas administrativas: la IA puede automatizar tareas administrativas como la calificación de exámenes, la gestión de horarios y la evaluación del progreso de los estudiantes, liberando tiempo para los educadores.
- Realidad Virtual y Aumentada, Para Vidal (2017), la realidad aumentada es una combinación de un contexto real, es decir lo que se puede observar de la realidad y virtualidad se refiere a lo que existe sin ser

real. Significa que la realidad aumentada, se consigue mediante el acoplamiento de una existencia real y lo virtual que no es real, pero sí visible para nuestra vista.

En tal sentido, la IA puede potenciar experiencias educativas inmersivas a través de entornos de realidad virtual y aumentada, facilitando el aprendizaje experiencial y práctico.

A pesar de la importancia que revierte la IA en el proceso de enseñanza aprendizaje debe tenerse en cuenta el conocimiento no solo, de sus ventajas, si no también, las desventajas para poder enfrentar el éxito.

La implementación del aprendizaje activo de enseñanza y de esta “nueva generación” de recursos didácticos digitales no tienen sentido, en el sistema educativo, si ello no conlleva un análisis del proceso de crecimiento de los estudiantes, lo cual se garantiza a través de una correcta aplicación de la analítica del aprendizaje.

De acuerdo con Corona et al. (2019), la analítica del aprendizaje tiene como objetivo principal comprender y mejorar el aprendizaje y los entornos en los que se produce. Sin embargo, el aprendizaje es un proceso complicado en el cual intervienen diversos factores; por tal motivo, se hace necesario usar herramientas, técnicas y métodos de diversos campos de investigación para estudiarla.

En esta investigación se asume la definición dada por López et al. (2024), la analítica del aprendizaje como aquel procedimiento ecléctico dirigido a medir, contabilizar, procesar, analizar, sintetizar e interpretar datos y conjuntos de datos, de mayor o menor complejidad ya sea mediante los más diversos recursos tecnológicos, métodos y técnicas de la metodología de la investigación, y el examen cualitativo, individual y colectivo, de la comunidad educativa o de determinados colectivos o individuos que configuran la misma de manera particular.

Con la finalidad de ofrecer respuesta a interrogantes y conformar otras, para identificar problemas, Fernández et al. (2024), señalan la necesidad de desarrollar nuevas ideas y buscar lineamientos transformadores para alcanzar la excelencia en los diversos elementos que componen el proceso interactivo sistemático de las prácticas disciplinares involucradas en el aprendizaje, los llamados parámetros académicos y, finalmente, la excelencia.

La integración de herramientas de tecnología avanzada, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, en el análisis de aprendizaje abre nuevas oportunidades para analizar de forma rápida y precisa grandes volúmenes de datos de aprendizaje, lo que puede proporcionar información valiosa sobre cómo adaptar y mejorar los entornos de análisis de aprendizaje.

Sin embargo, es esencial abordar con cautela las implicaciones éticas y de privacidad asociadas con la recopilación y el análisis de datos educativos, así como los de la IA. La protección de la privacidad de los estudiantes y la

garantía de que la analítica del aprendizaje y la IA se utilicen de manera ética y responsable, deben ser consideraciones primordiales en la aplicación de esta disciplina.

En la Unidad Educativa donde tuvo lugar la investigación, se han observado falencias en la parte educativa que requieren atención urgente asociada a la falta de diversidad y actualización en el currículo de matemática, que no siempre refleja las necesidades y avances actuales en los campos de estudio relevantes. Además, el enfoque predominante de la enseñanza tradicional ha limitado la interacción y participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de la matemática, lo que impacta negativamente en su compromiso y rendimiento académico. También, se evidencian en la falta de recursos adecuados para apoyar el aprendizaje práctico y la aplicación de conceptos teóricos. Por ejemplo, las limitaciones en el acceso a laboratorios y materiales didácticos en detrimento de la calidad de la educación en estas áreas científicas.

Se ha constatado que los docentes de matemáticas de la institución tienen resistencia al cambio y a salir de su zona de confort en relación con la integración de herramientas tecnológicas y recursos didáctico-digitales como, la inteligencia artificial, softwares interactivos, entre otros en su enseñanza adecuado para implementar con éxito las herramientas tecnológicas en el contexto educativo. Además, la evaluación del rendimiento estudiantil no siempre refleja de manera integral el progreso y las habilidades adquiridas por los estudiantes, lo que plantea preocupaciones sobre la efectividad de las buenas prácticas de seguimiento a las transformaciones del crecimiento estudiantil en sus saberes.

El objetivo del estudio es comparar el uso de la inteligencia artificial versus metodología tradicional apoyada por la analítica del aprendizaje para la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque de la investigación es cuantitativo sustentado en un paradigma positivista argumentado en las posiciones de Leonor Buendía. Dentro del paradigma positivista, Buendía et al. (1998), consideran que sus argumentaciones se centran en lo objetivo, esto se logra mediante la utilización de métodos y técnicas que minimicen la subjetividad, como el uso de instrumentos estandarizados y la implementación de procedimientos rigurosos y replicables, en este caso la IA. Además, lo replicable es crucial para la verificabilidad de los hallazgos, ya que permite que los resultados sean confirmados o refutados por investigaciones posteriores, por ende, el sistema de actividades utilizado en esta investigación garantiza este precepto. Se establecen relaciones causales y la capacidad de generalización de los resultados, lo cual se evidencia en la demostración de la hipótesis de esta investigación.

Entre los métodos aplicados en el proceso de esta investigación se encuentran:

Analítico-Sistémico, en el contexto de este trabajo, este método fue aplicado en la identificación de componentes como el algoritmo de IA, las métricas de analítica del aprendizaje, las actividades de enseñanza, y la evaluación del rendimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática.

Inductivo-Deductivo, se recopilaron datos preliminares sobre el rendimiento actual de los estudiantes de segundo de bachillerato “A” en matemáticas a través de pruebas sobre funciones, en las que se desarrollaron tres destrezas sobre el tema, para deducir el desarrollo de las diferentes actividades.

Para la aplicación de los métodos estadísticos se utilizó las notas de los estudiantes para la recolección de los datos comparando los cambios en el rendimiento de los estudiantes en dos momentos, sin el uso de la IA y con el uso de la IA, es decir, un diseño de estudio de antes y después.

Se resumieron los datos utilizando los estadísticos de tendencia central y de dispersión, media aritmética, mediana, moda y desviación estándar, respectivamente. Se realizó la prueba t-student para la comparación de dos muestras apareadas.

Hipótesis de la investigación

Si se compara el uso de la inteligencia artificial versus metodología tradicional apoyada por la analítica del aprendizaje entonces se mejorará el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática

Limitaciones del estudio

Estuvo dada en la resistencia de docentes y administrativos en el uso de la IA como herramienta de apoyo al proceso docente educativo

El universo lo constituyeron los 91 estudiantes de segundo de Bachillerato General Unificado (BGU), distribuidos en tres paralelos. A través de un muestreo probabilístico aleatorio simple se seleccionó el paralelo “A”, conformado por 30 estudiantes.

El estudio se desarrolló a través de un diseño de antes y después, donde a los mismos estudiantes se le aplicó la metodología tradicional y posteriormente la metodología utilizando la inteligencia artificial (IA).

El trabajo se desarrolló sobre el currículo priorizado con competencia para Bachillerato.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestra el cómo se organizó, planifico, ejecutó y evaluó las aplicaciones de las cuatro destrezas con ambas metodologías (Tabla 1, 2, 3, 4 y 5).

Tabla 1. Desarrollo de la Destreza 1.

Destreza 1: Graficar y analizar el dominio, el recorrido, la monotonía y los ceros de una función cuadrática.	
Objetivo: Analizar el comportamiento de la función cuadrática para dar respuesta a problemas cotidianos de su entorno	
Metodología tradicional	Metodología usando la IA
Base orientadora	Base orientadora
- Dada la siguiente función cuadrática: $f(x) = 2x^2 - 4x + 1$. - Determina las siguientes propiedades: - Dominio - Recorrido - Monotonía - Ceros - Extremos - Paridad - Realiza un organizador gráfico con la información obtenida - Dibuja en el cuaderno la gráfica de la función cuadrática $f(x) = 2x^2 - 4x + 1$. - Indica el (dominio, rango, Máximo, mínimos, ceros, monotonía, extremos, paridad)	- Utiliza Chat GPT y redacta un prompt que te genere la definición de función cuadrática y de cada una de sus propiedades. - Realiza un organizador gráfico utilizando, por ejemplo, genially, canvas, GeoGebra, entre otros. - Utiliza Mathway para que evalúe la función y realice la gráfica - Escribe un prompt solicitando el cálculo del (dominio, rango, Máximo, mínimos, ceros, monotonía, extremos, paridad) - Explica en un documento de Word que representan los ceros de la función y súbelo a la plataforma.

Lista de cotejo	Lista de cotejo
• Por determinar en la función cuadrática dada: • Dominio (1pto) • Recorrido (1pto) • Monotonía (1pto) • Ceros (1pto) • Extremos (1pto) • Paridad (1pto) • Por dibujar en el cuaderno la gráfica de la función cuadrática $f(x) = 2x^2 - 4x + 1$. (2ptos) • Por entregar en el cuaderno la explicación de los ceros: (2ptos) Total 10 puntos	• Por utilizar Chat GPT y redactar un prompt que te genere la definición de función cuadrática y de cada una de sus propiedades. (2ptos) • Por realizar un organizador gráfico del tema utilizando, por ejemplo, genially, canvas, GeoGebra, entre otros. (2ptos) • Por utilizar Mathway para que evalúe la función y realice la gráfica (2ptos) • Por escribir un prompt solicitando el cálculo del (dominio, rango, Máximo, mínimos, ceros, monotonía, extremos, paridad) (2ptos) • Por explicar en un documento de Word que representen los ceros de la función y subirlo a la plataforma. (2ptos) Total 10 puntos

Tabla 2. Desarrollo de la Destreza 2.

Destreza 2: (M.5.1.23) Reconocer funciones inyectivas, sobreyectivas y biyectivas para calcular la función inversa.	
Objetivo: Reconocer y clasificar funciones como inyectivas, sobreyectivas y biyectivas utilizando una plataforma de IA.	
Sin uso de la IA	Con uso de la IA
Base orientadora	Base orientadora
• Explica las definiciones de inyectividad, sobreyectividad y biyectividad. • Proporciona ejemplos de funciones que cumplan cada una de estas propiedades. • Dada la función $f(x) = 3x + 2$: • Determina si la función es inyectiva, sobreyectiva o biyectiva. • Justifica tu respuesta. • Dada la función $f(x) = 2x + 5$: • Calcula su función inversa. • Verifica su resultado componiendo f y f^{-1} y mostrando que el resultado es la función identidad. • Grafica la función y su inversa en el mismo plano	• Utiliza un prom en Gemini para que te dé las definiciones de los términos inyectividad, sobreyectividad y biyectividad • Analiza cada definición • Ingresa a Wolfram Alpha y escribe un prom para que indique si la función es biyectiva. • Realiza el mismo proceso con otras funciones. • Utiliza Chat GPT y aplica un prom para preguntar cómo se calcula la inversa de la función biyectiva $f(x) = 2x + 5$. • Aplica un prom en la aplicación Symbolab para calcular la inversa y hacer la gráfica de la función y su inversa.

Lista de cotejo • Por explicar las definiciones de inyectividad, sobreyectividad y biyectividad. (2 puntos) • Por proporcionar ejemplos de funciones que cumplan cada una de estas propiedades. (2 puntos) Dada la función $f(x) = 3x + 2$: • Por determinar si la función es inyectiva, sobreyectiva o biyectiva. (2 puntos) • Justifica tu respuesta. Dada la función $f(x) = 2x + 5$: • Por calcular su función inversa. • Verificar su resultado componiendo f y f^{-1} y mostrar que el resultado es la función identidad. • Por graficar la función y su inversa en el mismo plano (4 puntos) Total 10 puntos	Lista de cotejo • Por utilizar un prom en Gemini que te de las definiciones de los términos inyectividad, sobreyectividad y directividad (2 puntos) • Por ingresar a Wolfram Alpha y escribir un prom para que indique si la función dada es biyectiva. (2 puntos) • Por realizar el mismo proceso con otras funciones. (2 puntos) • Por utilizar Chat GPT y aplicar un prom para preguntar cómo se calcula la inversa de la función biyectiva $f(x) = 2x + 5$. (2 puntos) Por aplicar un prom en la aplicación Symbolab para calcular la inversa y hacer la gráfica de la función y su inversa. (2 puntos) Total 10 puntos
--	---

Tabla 3. Desarrollo de la Destreza 3.

Destreza 3: (M.5.1.25) Realizar las operaciones de adición y producto entre funciones reales	
Objetivo: Desarrollar la habilidad de realizar operaciones de adición y producto entre funciones reales aplicando las propiedades de los números reales.	
Sin uso de la IA	Con uso de la IA
Base orientadora	Base orientadora
• Investiga el proceso para sumar y multiplicar funciones reales • Aplica el proceso y suma las siguientes funciones : $f(x) = 2x + 3$; $g(x) = x^2 - 1$ • Realiza la gráfica respectiva • Aplica el proceso para multiplicar: $f(x) = 2x + 3$; $g(x) = x^2 - 1$ • Realiza la gráfica respectiva	• Utiliza el chat Nuevo Bing, para conocer más sobre las operaciones con funciones • Observa un video sobre el tema • Ingresa un promp en CHAT GPT y solicita que realice la operación de suma y multiplicación de las funciones dadas con sus respectivas gráficas.
Lista de cotejo • Por investigar el proceso para sumar y multiplicar funciones reales (2 puntos) • Por aplicar el proceso y suma las siguientes funciones : $f(x) = 2x + 3$; $g(x) = x^2 - 1$ (2 puntos) • Por realizar la gráfica respectiva utilizando hojas milimetradas (2 puntos) • Por aplicar el proceso para multiplicar: $f(x) = 2x + 3$; $g(x) = x^2 - 1$ (2 puntos) • Por realizar la gráfica respectiva (2 puntos) Total 10 puntos	Lista de cotejo • Por utilizar el chat Nuevo Bing, para conocer más sobre las operaciones con funciones. (2 puntos) • Por observar un video sobre el tema y realizar un resumen utilizando genially (2 puntos) • Por ingresar un promp en CHAT GPT y solicitar que realice la operación de suma de: $f(x) = 2x + 3$; $g(x) = x^2 - 1$ con sus respectivas gráficas (3 puntos) • Por ingresar un promp en CHAT GPT y solicitar que realice la operación de y multiplicación de las funciones dadas $f(x) = 2x + 3$; $g(x) = x^2 - 1$ con sus respectivas gráficas. (3 puntos) Total 10 puntos

Tabla 4. Descriptivas.

	destreza 1 antes	destreza 1 después
N	30	30
Media	5.71	8.55
Desviación estándar	1.16	0.959
Mínimo	2.50	6.00
Máximo	7.75	10.0

Tabla 5. Prueba T para Muestras Apareadas.

			estadístico	gl	p
destreza 1 antes	destreza 1 después	T de Student	-11.7	29.0	<.001
Nota. H _a μ Medida 1 - Medida 2 ≠ 0					

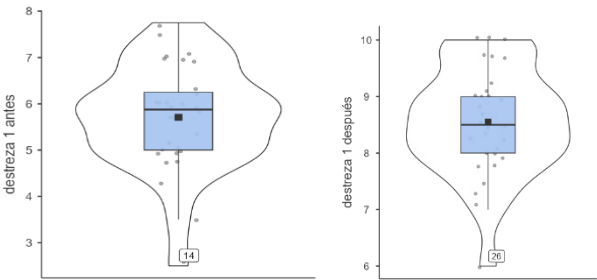


Figura 1. Análisis comparativo entre metodología tradicional y metodología utilizando la IA en la destreza 1. Graficar y analizar el dominio, el recorrido, la monotonía y los ceros de una función cuadrática.

En la figura 1 se muestra que la media utilizando metodología tradicional es de 5,71 puntos y una desviación típica de 1,16 puntos y utilizando la IA una media de 8,55 puntos y una desviación estándar de 0,95, lo cual indica desde el punto de vista descriptivo un aumento en el puntaje cuando se utiliza la IA, lo cual se corrobora en los gráficos donde al utilizar la IA el haz de punto está hacia puntajes más altos el eje de las "Y" y menos dispersos, es decir, más concentrados alrededor de la media.

En el análisis comparativo entre ambas mediciones la probabilidad asociada al estadígrafo es de $p= 0,001$ que comparado con el alfa asumido de 0.05 es menor, lo cual implica aceptar la hipótesis H1 que plantea que la media de la distribución de las notas utilizando metodología tradicional es menor que la media de la distribución de las notas utilizando IA

Este resultado coincide con los presentados en la investigación realizada por Arrobo et al. (2023), titulada: “Analítica del aprendizaje utilizando las redes sociales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la contabilidad”, donde se destaca que la integración de plataformas digitales, como redes sociales, puede enriquecer el proceso educativo, promoviendo un aprendizaje interactivo y colaborativo. La capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes es un factor determinante en esta mejora.

Además, la investigación realizada por Ayala et al. (2023), denominado: “Transformación de la comprensión lectora desde la analítica del aprendizaje con el uso de la plataforma interactiva”, resalta cómo la tecnología dinámica, no solo aumenta la participación, sino que también, se adapta a las características específicas de los estudiantes, lo que resulta crucial en el contexto actual de enseñanza.

Meza et al. (2023), indican que la gamificación y el uso de tecnologías innovadoras están correlacionados con un desarrollo efectivo de habilidades. En este sentido, la IA actúa como un recurso motivador que transformar la forma en que los estudiantes se relacionan con el contenido, favoreciendo un aprendizaje significativo y duradero (Tabla 6 y 7).

Tabla 6. Descriptivas.

	destreza 2 antes	destreza 2 después
N	30	30
Media	5.79	8.50
Desviación estándar	1.04	0.780
Mínimo	3.00	6.50
Máximo	7.50	10.0

Tabla 7. Prueba T para Muestras Apareadas

	estadístico	gl	p
T de Student	-14.6	29.0	< .001
Nota. $H_a \mu \text{Medida 1} - \text{Medida 2} \neq 0$			

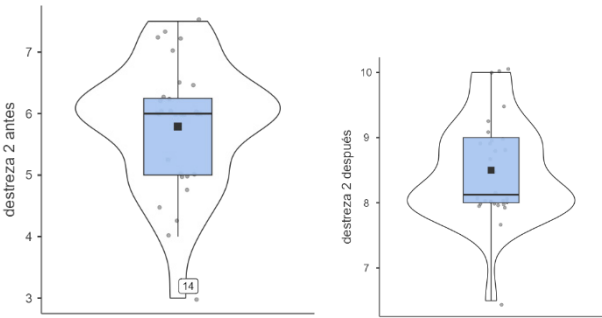


Figura 2. Análisis comparativo entre metodología tradicional y metodología utilizando la IA en la destreza 2. (M.5.1.23) Reconocer funciones inyectivas, sobreyectivas y biyectivas para calcular la función inversa.

En la figura 2 se muestra que la media utilizando metodología tradicional es de 5,79 puntos y una desviación típica de 1,04 puntos y utilizando la IA una media de 8,50 puntos y una desviación estándar de 0,78 puntos, lo cual indica desde el punto de vista descriptivo un aumento en el puntaje cuando se utiliza la IA, lo cual se corrobora en los gráficos donde al utilizar la IA el haz de punto está hacia puntajes más alto en el eje de las "Y" y menos dispersos, es decir, más concentrados alrededor de la media.

Tabla 9. Prueba T para Muestras Apareadas

			estadístico	gl	p
destreza 3 antes	destreza 3 después	T de Student	-12.3	29.0	< .001
Nota. $H_a \mu \text{Medida 1} - \text{Medida 2} \neq 0$					

En el análisis comparativo entre ambas mediciones la probabilidad asociada al estadígrafo es de $p= 0,001$ que comparado con el alfa asumido de 0.05, es menor, lo cual implica aceptar la hipótesis H1, que plantea que la media de la distribución de las notas utilizando metodología tradicional es menor que la media de la distribución de las notas utilizando IA.

El resultado anterior está alineado con la investigación realizada por Lino et al. (2023), denominada "Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de Física", que discute la efectividad de los simuladores en el aprendizaje de conceptos matemáticos complejos. La naturaleza interactiva de la IA ofrece experiencias de aprendizaje más ricas y prácticas, lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos. Además, Cabezas et al. (2023), enfatizan la importancia de la didáctica que contemple el uso de herramientas tecnológicas, lo cual es fundamental para abordar, los desafíos educativos actuales, en las ciencias y matemáticas.

Por otro lado, la integración de la analítica del aprendizaje, como se menciona en la investigación ejecutada por España et al. (2023), permiten a los educadores monitorizar el progreso de los estudiantes de manera más efectiva. La utilización de la IA en este contexto, no solo, mejora el rendimiento individual, sino que también, proporciona datos valiosos para la personalización del proceso educativo, favoreciendo así el aprendizaje continuo y adaptativo (Tabla 8 y 9).

Tabla 8. Descriptivas.

	destreza 3 antes	destreza 3 después
N	30	30
Media	5.82	8.18
Desviación estándar	1.14	0.725
Mínimo	1.50	6.00
Máximo	7.50	9.50

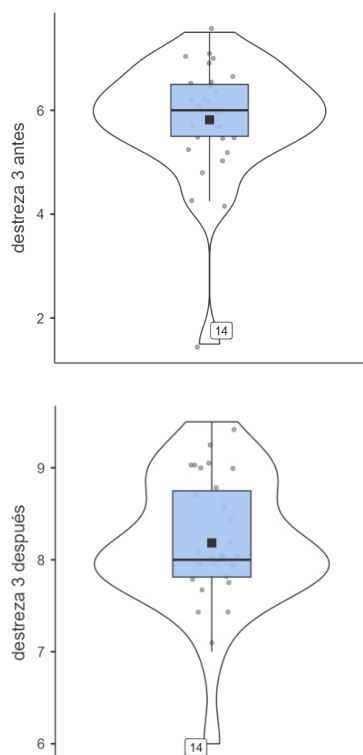


Figura 3. Análisis comparativo entre metodología tradicional y metodología utilizando la IA en la destreza 3. (M.5.1.25) Realizar las operaciones de adición y producto entre funciones reales.

En la figura 3 se muestra que la media utilizando metodología tradicional es de 5,82 puntos y una desviación típica de 1,14 puntos y utilizando la IA una media de 8,18 puntos y una desviación estándar de 0,72 puntos, lo cual indica desde el punto de vista descriptivo existe un aumento en el puntaje cuando se utiliza la IA, lo cual se complementa con los gráficos de cajas y bigote y de violín donde al utilizar la IA el haz de punto está hacia valores más altos el eje de las "Y" y menos dispersos, es decir, más concentrados alrededor de la media.

En el análisis comparativo entre ambas mediciones la probabilidad asociada al estadígrafo es de $p = 0,001$ que comparado con el alfa asumido de 0.05, es menor, lo cual implica aceptar la hipótesis H1 que plantea, que la media de la distribución de las notas utilizando metodología tradicional es menor que la media de la distribución de las notas utilizando IA.

Lalangui et al. (2023), resaltan cómo las herramientas digitales mejoran el rendimiento en matemáticas, específicamente en áreas que requieren operaciones más complejas, lo que coincide con este estudio que se ha realizado. La IA, como recurso didáctico, está alineada con los métodos propuestos en el artículo escrito por Ávila (2023), donde se subraya el uso de recursos digitales para potenciar el aprendizaje en su vínculo con la analítica del aprendizaje.

CONCLUSIONES

En esta investigación se demostró, desde el punto de vista estadístico, utilizando los test de comparación de media para muestras relacionadas, que con el uso de la inteligencia artificial se obtienen mejores resultados académicos que utilizando la metodología tradicional todo ello sustentado en la analítica del aprendizaje.

Estos resultados están avalados desde el punto de vista teórico, en la didáctica del uso de los recursos didácticos digitales, en este caso particular la IA y las bondades de la analítica del aprendizaje en función de la individualización de la enseñanza en busca de la mejora continua del crecimiento del estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrobo, L., Ordóñez, A., López, R., & Tapia, T. (2023). Analítica del aprendizaje utilizando las redes sociales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la contabilidad. *MQRInvestigar*, 7(3), 3930–3949. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/655>
- Ávila, R. (2023). El Uso de los recursos digitales para el aprendizaje de la ofimática según el plan de estudios de bachillerato ecuatoriano. *YUYAY*, 2(1), 93-106. <https://ilacolectivo.com/revistas/index.php/YUYAY/article/view/29>
- Ayala, J., Castillo, P., López, R., & Tapia, T. (2023). Transformación de la comprensión lectora desde la analítica del aprendizaje con el uso de la plataforma interactiva. *MQRInvestigar*, 7(4), 2429–2448. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/833>
- Buendía, L., Colás, M., & Hernández, F. (1998). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía* (Primera ed.). McGraw Hill.
- Cabezas, L. (2023). *Competencias Digitales y Desempeño Docente del Área de Matemáticas*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Chimborazo.
- Camilloni, A. (2007). *Didáctica general y didácticas específicas*. <https://www.palermo.edu/ACI/trabajos/Alcacia-Camilloni.pdf>
- Casasola, W. (2020). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Comunicación*, 29(1), 38-51. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/com/v29n1/1659-3820-com-29-01-38.pdf>
- Corona, A., Altamirano, M., López, M., & González, O. (2019). Analítica del aprendizaje y las neurociencias educativas. *Revista Iberoamericana de educación*, 8(1), 31-54. <https://rieoei.org/RIE/article/view/3428>
- García, A. (2016). *Recursos digitales para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje*. Universidad de Salamanca.

- Guerra, M., Rodríguez, J., & Artiles, J. (2019). Aprendizaje colaborativo: experiencia innovadora en el alumnado universitario. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 18(36), 269-281. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rexe/v18n36/0718-5162-rexe-18-36-269.pdf>
- Herrero, D. I. (2004). *La utilización de medios y recursos didácticos en el aula*. Universidad Complutense de Madrid.
- Lalangui, M., Sarango, D., Gómez, V., & López, R. (2023). Herramientas digitales evaluadas por la analítica del aprendizaje en la contribución de la enseñanza de las matemáticas. *Polo del conocimiento*, 8(10). <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6156>
- Lizcano, A., Barbosa, J., & Villamizar, J. (Marzo de 2019). Aprendizaje colaborativo con apoyo en TIC: concepto, metodología y recursos. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 12(24), 5-24. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/25490>
- López Fernández, R., Sánchez Gálvez, S., Quintana Álvarez, M. R., & Gómez Rodríguez, V. G. (2023). Valoraciones teóricas sobre el concepto de analítica del aprendizaje. *Mendive. Revista De Educación*, 22(1). <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/3699>
- López, R., Nieto, L., Vera, J., & Quintana, M. (2021). Modos de aprendizaje en los contextos actuales para mejorar el proceso de enseñanza. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(3), 542 - 550. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000500542
- López, R., Sánchez, S., Quintana, M., & Gómez, V. (2024). Valoraciones teóricas sobre el concepto de analítica del aprendizaje. *Mendive. Revista de Educación*, 22(1), 1-12. http://scielo.sld.cu/pdf/men/v22n1/en_1815-7696-men-22-01-e3699.pdf
- Mendoza, A., & Maldonado, E. (2019). Revisión de las teorías y modelos. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 22(1), 5-24. <https://www.medigraphic.com/pdfs/epsicologia/epi-2019/epi191a.pdf>
- Rose, L. (2020). *Aprendizaje automático, Inteligencia Humana, futuro de la educación*. <https://www.enlighted.education/temas/rose-luckin-aprendizaje-automatizado-inteligencia-humana-futuro-de-la-educacion/>
- Sae-Helaz. (2020). *Las metodologías activas de enseñanza en el programa ERAGIN*. <https://www.ehu.eus/es/web/sae-helaz/eragin-irakaskuntza-metodologia-aktiboak#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20metodolog%C3%ADas%20activas%20de,proceso%20constructivo%20y%20no%20receptivo>
- Tekman Education. (2021). *Tipos de aprendizaje*. <https://www.tekmaneducation.com/tipos-de-aprendizaje/>
- Torres, A. (2016). *La Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel*. <https://psicologiyamente.com/desarrollo/aprendizaje-significativo-david-ausubel>
- Vidal, L., Lio, B., Garrido, A., Muñoz, A., Morales, I., & Toledo, A. (2017). Realidad aumentada. *Educación Médica Superior*, 31(2). <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1161515>