



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v12i1.4760>

Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

Impact of using GeoGebra with artificial intelligence on mathematics learning: analysis of the equation of a line and slope in basic education

Impacto do uso do GeoGebra com inteligência artificial na aprendizagem da matemática: análise da equação de uma reta e sua inclinação na educação básica

Diego Alberto López Altamirano ^I
dlopez17@indoamerica.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-5779-5695>

Alba Del Rocío Veloz Sánchez ^{II}
chioalba@hotmail.es
<https://orcid.org/0009-0002-9826-3943>

Ligia Carolina Llerena Chacón ^{III}
ligiallerena@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0008-7338-147X>

Mónica Patricia Velasteguí Marín ^{IV}
monica.velastegui@docentes.educacion.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-4585-2554>

Correspondencia: dlopez17@indoamerica.edu.ec

***Recibido:** 20 de enero de 2026 ***Aceptado:** 04 de febrero de 2026 ***Publicado:** 24 de marzo de 2026

- I. Doctor en Educación (PHD), Docente de Posgrados de la Universidad Indoamérica, Docente de Matemáticas de la Unidad Educativa Benjamín Araujo, Tungurahua, Ecuador.
- II. Magister en Gestión Educativa, Docente de Lengua y Literatura, Matemática, EE. SS y CC.NN en la Unidad Educativa Joaquín Arias, Tungurahua, Ecuador.
- III. Magister en Educación Básica, Docente de Lengua y Literatura, Matemática, EE. SS y CC.NN en la Unidad Educativa Joaquín Arias, Tungurahua, Ecuador.
- IV. Magister en Gestión Educativa, Docente de Lengua y Literatura, Matemática, Ciencias Naturales y Estudios Sociales en la Unidad Educativa Joaquín Arias, Tungurahua, Ecuador.

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue analizar el impacto del uso de GeoGebra integrado con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas, específicamente en la comprensión de la ecuación de la recta y el concepto de pendiente en educación básica. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi experimental de tipo correlacional descriptivo, en el que participaron 80 estudiantes distribuidos en un grupo experimental y un grupo de control. Para la recolección de datos se diseñó un test de base estructurada orientado a medir el desarrollo de destrezas gráficas, algebraicas y de razonamiento matemático, el cual fue validado mediante juicio de expertos y presentó un coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach de 0.89, considerado muy alto. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en el grupo experimental en comparación con el grupo de control, reflejadas en mayores niveles de comprensión gráfica y algebraica, razonamiento matemático, autonomía y transferencia del aprendizaje. La prueba t de Student para muestras independientes mostró diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo que utilizó GeoGebra con inteligencia artificial, mientras que el tamaño del efecto calculado mediante d de Cohen indicó efectos grandes, confirmando la relevancia educativa de la intervención. Se concluye que la integración de GeoGebra con inteligencia artificial constituye una estrategia didáctica eficaz para potenciar el aprendizaje de las matemáticas en educación básica, favoreciendo la comprensión conceptual profunda y el desarrollo del pensamiento matemático, lo que representa una contribución significativa al campo de la educación matemática mediada por tecnología.

Palabras clave: matemáticas; GeoGebra; inteligencia artificial; ecuación de la recta; educación básica.

Abstract

The objective of this research was to analyze the impact of using GeoGebra integrated with artificial intelligence on mathematics learning, specifically on the understanding of the equation of a line and the concept of slope in basic education. The study was conducted using a quantitative approach, with a quasi-experimental, descriptive correlational design, in which 80 students participated, divided into an experimental group and a control group. A structured test was designed to measure the development of graphical, algebraic, and mathematical reasoning skills for data collection. This test was validated through expert review and showed a Cronbach's alpha reliability coefficient of 0.89, considered very high. The results demonstrated significant improvements in the experimental group

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

compared to the control group, reflected in higher levels of graphical and algebraic understanding, mathematical reasoning, autonomy, and transfer of learning. The Student's t-test for independent samples showed statistically significant differences favoring the group that used GeoGebra with artificial intelligence, while the effect size calculated using Cohen's d indicated large effects, confirming the educational relevance of the intervention. It is concluded that the integration of GeoGebra with artificial intelligence constitutes an effective teaching strategy to enhance mathematics learning in basic education, fostering deep conceptual understanding and the development of mathematical thinking, thus representing a significant contribution to the field of technology-mediated mathematics education.

Keywords: mathematics; GeoGebra; artificial intelligence; equation of a line; basic education.

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi analisar o impacto do uso do GeoGebra integrado à inteligência artificial na aprendizagem matemática, especificamente na compreensão da equação da reta e do conceito de declive no ensino fundamental. O estudo foi conduzido utilizando uma abordagem quantitativa, com delineamento quase-experimental, descritivo e correlacional, no qual participaram 80 alunos, divididos em um grupo experimental e um grupo de controle. Um teste estruturado foi elaborado para mensurar o desenvolvimento das habilidades de raciocínio gráfico, algébrico e matemático para a coleta de dados. Este teste foi validado por meio de revisão por especialistas e apresentou um coeficiente alfa de Cronbach de 0,89, considerado muito alto. Os resultados demonstraram melhorias significativas no grupo experimental em comparação ao grupo de controle, refletidas em níveis mais elevados de compreensão gráfica e algébrica, raciocínio matemático, autonomia e transferência da aprendizagem. O teste t de Student para amostras independentes mostrou diferenças estatisticamente significativas em favor do grupo que utilizou o GeoGebra com inteligência artificial, enquanto o tamanho do efeito calculado pelo d de Cohen indicou efeitos grandes, confirmando a relevância educacional da intervenção. Conclui-se que a integração do GeoGebra com a inteligência artificial constitui uma estratégia de ensino eficaz para aprimorar o aprendizado da matemática na educação básica, promovendo uma compreensão conceitual profunda e o desenvolvimento do pensamento matemático, representando, assim, uma contribuição significativa para o campo da educação matemática mediada por tecnologia.

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

Palavras-chave: matemática; GeoGebra; inteligência artificial; equação de uma reta; educação básica.

Introducción

En los últimos años, la enseñanza de las matemáticas en educación básica ha enfrentado importantes desafíos asociados a la baja comprensión conceptual de contenidos fundamentales, como la ecuación de la recta y el concepto de pendiente, los cuales constituyen la base del pensamiento algebraico y del razonamiento matemático posterior (Duval, 2006; Tall, 2013; Radford, 2014). Diversos estudios han evidenciado que las dificultades en estos contenidos no responden únicamente a factores cognitivos individuales, sino también a enfoques pedagógicos tradicionales que privilegian el cálculo mecánico por encima de la comprensión gráfica, analítica y contextualizada (Hiebert & Grouws, 2007; Schoenfeld, 2016).

En este contexto, organismos internacionales como la UNESCO han señalado que la integración de tecnologías digitales en la educación no debe limitarse al acceso, sino que debe orientarse a transformar las prácticas pedagógicas y promover aprendizajes significativos, críticos y duraderos, especialmente en áreas clave como las matemáticas (UNESCO, 2019; UNESCO, 2021). De manera complementaria, la CEPAL destaca que el uso pedagógico de tecnologías emergentes, entre ellas la inteligencia artificial, representa una oportunidad estratégica para reducir brechas educativas y fortalecer la calidad del aprendizaje en América Latina, siempre que su implementación esté acompañada de fundamentos didácticos sólidos (CEPAL, 2020; CEPAL, 2022).

A nivel regional y nacional, el Ministerio de Educación del Ecuador ha enfatizado la necesidad de fortalecer la enseñanza de las matemáticas mediante metodologías activas y el uso de recursos digitales que favorezcan la visualización, la exploración y el razonamiento lógico, alineados con el currículo nacional y con el desarrollo de destrezas con criterio de desempeño (Ministerio de Educación, 2016; Ministerio de Educación, 2023). En este marco, herramientas como GeoGebra han demostrado ser altamente efectivas para la enseñanza de contenidos algebraicos, al permitir la articulación entre representaciones gráficas, algebraicas y numéricas en entornos dinámicos e interactivos (Hohenwarter & Jones, 2007; Arbain & Shukor, 2015).

GeoGebra, en particular, se ha consolidado como un recurso didáctico ampliamente investigado en educación matemática, con evidencias empíricas que muestran su impacto positivo en la comprensión de funciones lineales, pendiente y ecuación de la recta, al favorecer procesos de exploración,

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

conjetura y validación matemática (Preiner, 2008; Zengin, Furkan & Kutluca, 2012; Vale & Barbosa, 2017). No obstante, estudios recientes plantean que el potencial de estas herramientas puede potenciarse significativamente cuando se integran con aplicaciones de inteligencia artificial orientadas al acompañamiento del aprendizaje, la retroalimentación adaptativa y la personalización de los procesos educativos (Luckin et al., 2016; Holmes, Bialik & Fadel, 2019).

La inteligencia artificial aplicada a la educación matemática permite analizar patrones de error, adaptar actividades según el nivel del estudiante y ofrecer explicaciones personalizadas, lo cual resulta especialmente relevante en contenidos abstractos como la pendiente y la ecuación de la recta, donde la comprensión conceptual suele ser limitada (Fischl & Jeschke, 2021; Spector, 2022). Investigaciones recientes han evidenciado que la combinación de entornos dinámicos como GeoGebra con sistemas de apoyo basados en inteligencia artificial favorece el desarrollo del razonamiento matemático, la autonomía del estudiante y la transferencia del conocimiento a nuevas situaciones problemáticas (Juan et al., 2020; Kim et al., 2023).

Desde una perspectiva teórica, este enfoque se sustenta en el constructivismo social y en la teoría de las representaciones semióticas, que destacan la importancia de múltiples representaciones y de la interacción mediada por herramientas tecnológicas para la construcción del conocimiento matemático (Vygotsky, 1978; Duval, 2006; Confrey & Maloney, 2015). Asimismo, se articula con los planteamientos del aprendizaje mediado por tecnología y del aprendizaje asistido por inteligencia artificial, los cuales promueven un rol activo del estudiante y un acompañamiento pedagógico más eficaz (Mayer, 2020; Selwyn, 2022).

Pese a los avances reportados en la literatura, aún son limitados los estudios empíricos en contextos de educación básica latinoamericana que analicen de manera rigurosa el impacto del uso de GeoGebra integrado con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas, particularmente en el análisis de la ecuación de la recta y la pendiente. En respuesta a esta brecha, la presente investigación se orienta a aportar evidencia científica que permita comprender el alcance de estas herramientas tecnológicas en el desarrollo de destrezas matemáticas fundamentales, contribuyendo así a la toma de decisiones pedagógicas y curriculares fundamentadas en datos.

Objetivo

Analizar el impacto del uso de GeoGebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas, específicamente en el análisis de la ecuación de la recta y la pendiente, en estudiantes de educación básica.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi experimental de tipo correlacional descriptivo, debido a que se trabajó con grupos previamente constituidos y no fue posible la asignación aleatoria de los participantes, situación común en contextos educativos reales, tal como lo señalan Hernández, Fernández y Baptista (2014) y Campbell y Stanley (2015). El estudio contó con la participación de 80 estudiantes de educación básica, distribuidos en un grupo experimental y un grupo de control, ambos con características académicas similares al inicio del proceso.

El grupo experimental recibió una intervención pedagógica basada en el uso de GeoGebra integrado con herramientas de inteligencia artificial, orientadas al análisis dinámico de la ecuación de la recta y la comprensión del concepto de pendiente, mientras que el grupo de control desarrolló los mismos contenidos mediante metodologías tradicionales. Para medir el desarrollo de las destrezas matemáticas relacionadas con los objetivos del estudio, se elaboró un test de base estructurada, diseñado específicamente para evaluar la comprensión gráfica, algebraica y analítica de la ecuación de la recta y la pendiente, en coherencia con el currículo nacional y con los planteamientos de la educación matemática contemporánea (NCTM, 2018).

La validez de contenido del instrumento fue determinada mediante juicio de expertos, procedimiento recomendado por autores como Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008) y Messick (1995), quienes destacan que este tipo de validación permite garantizar la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems en relación con las destrezas que se pretenden evaluar. Posteriormente, se calculó la confiabilidad del instrumento a través del coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.89, el cual, de acuerdo con Nunnally y Bernstein (1994) y George y Mallery (2016), indica un nivel de confiabilidad muy alto, lo que asegura la consistencia interna del test y la estabilidad de las mediciones.

Para el análisis de los datos, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson, con el propósito de determinar la relación existente entre el uso de GeoGebra con inteligencia artificial y el nivel de

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

aprendizaje alcanzado en matemáticas, ya que este estadístico es ampliamente utilizado para medir la fuerza y dirección de la relación entre variables cuantitativas (Cohen, Cohen, West & Aiken, 2003). Asimismo, se calculó el tamaño del efecto mediante el estadístico d de Cohen, con la finalidad de estimar la magnitud real del impacto de la intervención, más allá de la significancia estadística, tal como recomiendan Cohen (1988) y Lakens (2013) en estudios educativos.

Adicionalmente, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, con el objetivo de comparar las medias obtenidas por el grupo experimental y el grupo de control, permitiendo identificar diferencias estadísticamente significativas atribuibles a la intervención pedagógica implementada. Este procedimiento resulta pertinente en diseños cuasi experimentales con dos grupos independientes y es ampliamente validado en investigaciones en educación y ciencias sociales (Field, 2018; Pallant, 2020). El uso combinado de estos análisis estadísticos permitió obtener una visión integral del impacto, la relación y la magnitud de los efectos del uso de GeoGebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas, fortaleciendo la validez interna y externa del estudio.

Resultados

Tabla 1. Nivel de comprensión gráfica de la ecuación de la recta mediante GeoGebra con inteligencia artificial

Indicadores de comprensión gráfica	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Identificación visual de la pendiente	8.42	0.86	-0.41	0.32
Reconocimiento de intersección con el eje y	8.15	0.91	-0.38	0.27
Interpretación de cambios dinámicos en la recta	8.63	0.79	-0.52	0.45
Lectura de rectas crecientes y decrecientes	8.74	0.72	-0.60	0.51

El análisis de los resultados evidencia un alto nivel de comprensión gráfica de la ecuación de la recta cuando se emplea GeoGebra integrado con inteligencia artificial. Las medias superiores a 8.0 indican que los estudiantes lograron interpretar de manera adecuada la pendiente y su comportamiento dinámico, lo cual es coherente con enfoques que priorizan la visualización matemática asistida por tecnología. La baja desviación estándar refleja homogeneidad en el desempeño, sugiriendo que la herramienta tecnológica contribuyó a reducir la dispersión de resultados. La asimetría negativa indica concentración de puntuaciones altas, mientras que los valores de curtosis cercanos a cero confirman una distribución adecuada de los datos, fortaleciendo la validez de la interpretación. Desde una

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

perspectiva didáctica, estos resultados confirman que la representación gráfica dinámica facilita la internalización de conceptos abstractos como la pendiente.

Tabla 2. Desarrollo de destrezas algebraicas en el análisis de la ecuación de la recta con apoyo de inteligencia artificial

Indicadores de dominio algebraico	Media	Varianza	Mínimo	Máximo
Sustitución correcta en $y = mx + b$	8.07	0.92	6.5	9.5
Despeje de la pendiente	7.98	1.04	6.0	9.4
Cálculo algebraico de la ordenada al origen	8.21	0.88	6.7	9.6
Traducción de gráfico a expresión algebraica	8.34	0.81	7.0	9.7

Los resultados muestran un fortalecimiento significativo de las destrezas algebraicas, particularmente en la traducción entre representaciones gráficas y simbólicas, una de las mayores dificultades en educación básica. Las medias elevadas indican que el uso de GeoGebra con inteligencia artificial permitió automatizar retroalimentaciones y guiar el proceso de corrección de errores, favoreciendo el aprendizaje significativo. La varianza moderada sugiere un avance sostenido en la mayoría de los participantes, mientras que los valores mínimos superiores a 6.0 indican que incluso los desempeños más bajos alcanzaron niveles aceptables. Estos hallazgos respaldan la pertinencia del enfoque tecnológico para consolidar el pensamiento algebraico temprano.

Tabla 3. Nivel de razonamiento matemático en la interpretación de la pendiente usando GeoGebra con inteligencia artificial

Indicadores de razonamiento	Media	Error estándar	Intervalo inferior	Intervalo superior
Argumentación del significado de la pendiente	8.18	0.10	7.98	8.38
Justificación de cambios en m	8.44	0.09	8.26	8.62
Relación pendiente-contexto	8.09	0.11	7.87	8.31
Predicción del comportamiento de la recta	8.51	0.08	8.35	8.67

El razonamiento matemático presenta valores sólidos, evidenciando que los estudiantes no solo ejecutan procedimientos, sino que comprenden y explican el significado matemático de la pendiente. Los intervalos de confianza estrechos reflejan precisión en las estimaciones, lo cual fortalece la

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

confiabilidad de los resultados. La capacidad de predicción del comportamiento de la recta destaca como una destreza avanzada, favorecida por la interacción dinámica y el apoyo de inteligencia artificial, que permite explorar múltiples escenarios en tiempo real. Este nivel de razonamiento es clave para el desarrollo del pensamiento matemático formal.

Tabla 4. Autonomía en el aprendizaje de matemáticas mediante GeoGebra con inteligencia artificial

Indicadores de autonomía	Media	Mediana	Moda	Rango
Toma de decisiones en la manipulación de parámetros	8.36	8.4	8.5	2.1
Autoevaluación de resultados	8.12	8.1	8.0	2.3
Corrección autónoma de errores	8.28	8.3	8.4	2.0
Exploración independiente de casos	8.47	8.5	8.6	1.9

Los datos reflejan un **alto nivel de autonomía**, evidenciando que la integración de inteligencia artificial favoreció procesos de autorregulación del aprendizaje. La coincidencia entre media, mediana y moda sugiere una distribución equilibrada, mientras que los rangos reducidos indican estabilidad en el desarrollo de la destreza. Desde el punto de vista pedagógico, estos resultados son relevantes, ya que la autonomía es un predictor del aprendizaje profundo y sostenido en matemáticas.

Tabla 5. Transferencia del aprendizaje de la ecuación de la recta a situaciones contextualizadas

Indicadores de transferencia	Media	Desviación típica	Coefficiente de variación
Aplicación en problemas de movimiento	8.05	0.87	10.8%
Interpretación en contextos económicos	7.92	0.94	11.9%
Uso en situaciones geométricas	8.31	0.82	9.9%
Modelación de fenómenos cotidianos	8.18	0.89	10.9%

La transferencia del aprendizaje muestra resultados positivos, evidenciando que los conocimientos adquiridos no se limitaron al entorno abstracto. El coeficiente de variación moderado indica consistencia en la aplicación de las destrezas en distintos contextos, lo cual es un indicador de aprendizaje significativo. El uso de GeoGebra con inteligencia artificial facilitó la modelación de fenómenos reales, fortaleciendo la conexión entre matemáticas y realidad.

Tabla 6. Nivel de integración conceptual entre representaciones matemáticas

Indicadores de integración conceptual	Media	Percentil 25	Percentil 75
Relación gráfico–ecuación	8.49	8.1	8.9
Relación tabla–gráfico	8.22	7.9	8.6

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

Coherencia entre pendiente y contexto	8.37	8.0	8.8
Conversión entre representaciones	8.41	8.2	8.9

Estos resultados evidencian una integración sólida entre representaciones matemáticas, aspecto central en la educación matemática contemporánea. Los percentiles muestran que la mayoría de los participantes se concentraron en niveles altos de desempeño, lo cual confirma que el entorno tecnológico facilitó la articulación conceptual, reduciendo la fragmentación del conocimiento.

Tabla 7. Prueba t de Student para muestras independientes en destrezas matemáticas

Variable comparada	Media grupo control	Media grupo experimental	t	gl	p
Destrezas en ecuación de la recta	6.91	8.34	7.82	78	0.000
Comprensión de la pendiente	6.75	8.41	8.11	78	0.000

La prueba t de Student evidencia diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo que trabajó con GeoGebra e inteligencia artificial. Los valores de p inferiores a 0.05 confirman que las mejoras observadas no se deben al azar, sino a la intervención pedagógica implementada. Esto valida empíricamente el impacto del uso de tecnologías inteligentes en la enseñanza de las matemáticas en educación básica.

Tabla 8. Tamaño del efecto (d de Cohen) del uso de GeoGebra con inteligencia artificial

Variable analizada	d de Cohen	Interpretación
Aprendizaje de la ecuación de la recta	0.91	Efecto grande
Comprensión de la pendiente	0.97	Efecto grande
Integración de representaciones	0.88	Efecto grande

Los valores obtenidos del estadístico d de Cohen indican **efectos grandes**, lo que demuestra que la intervención no solo fue significativa desde el punto de vista estadístico, sino también relevante desde una perspectiva educativa. Este hallazgo refuerza la pertinencia de integrar GeoGebra con inteligencia artificial como estrategia didáctica para potenciar el aprendizaje de las matemáticas.

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

Tabla 9. Descripción de la propuesta didáctica basada en GeoGebra con inteligencia artificial para la enseñanza de la ecuación de la recta

Actividad pedagógica	Destrezas matemáticas desarrolladas	Contenidos matemáticos	Herramienta tecnológica (GeoGebra + IA)	Recursos didácticos	Tiempo estimado
Exploración inicial de rectas dinámicas	Identificación gráfica de la pendiente y sentido de crecimiento	Concepto de recta, pendiente positiva y negativa	GeoGebra integrado con IA adaptativa (GeoGebra AI Tutor)	Computador, proyector, guía digital interactiva	40 minutos
Manipulación de parámetros m y b	Comprensión de la relación entre parámetros y representación gráfica	Ecuación de la recta $y = mx + b$	GeoGebra con retroalimentación inteligente basada en IA	Laboratorio de informática, applets dinámicos	45 minutos
Análisis comparativo de rectas	Razonamiento matemático y análisis visual	Rectas paralelas y secantes	GeoGebra + sistema de sugerencias automáticas por IA	Cuaderno digital, rúbrica de análisis	40 minutos
Traducción gráfico-algebraica	Conversión entre representaciones matemáticas	Paso de gráfico a expresión algebraica	GeoGebra con detección de errores mediante IA	Fichas de trabajo, entorno virtual	45 minutos
Resolución de problemas contextualizados	Aplicación de la pendiente en situaciones reales	Modelación de fenómenos cotidianos	GeoGebra + IA generadora de problemas contextualizados	Casos prácticos digitales, simulaciones	50 minutos
Autoevaluación guiada	Metacognición y autorregulación del aprendizaje	Evaluación conceptual de la recta	GeoGebra con IA evaluativa y feedback inmediato	Test digital interactivo	30 minutos

Validación de la propuesta por expertos

La propuesta didáctica fue sometida a un riguroso proceso de validación de contenido mediante el juicio de diez expertos en el área de educación matemática y tecnología educativa, seleccionados bajo criterios de idoneidad académica y experiencia profesional. Los expertos contaron con formación de cuarto nivel (maestría y doctorado), experiencia mínima de diez años en docencia e investigación en

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

matemáticas o didáctica de la matemática, así como producción científica relacionada con el uso de tecnologías digitales, GeoGebra o inteligencia artificial aplicada a la educación.

El proceso de validación se centró en evaluar la coherencia interna de la propuesta, la pertinencia de las actividades respecto a las destrezas matemáticas planteadas, la adecuación de los contenidos al nivel de educación básica y la integración pedagógica de GeoGebra con inteligencia artificial. Asimismo, se analizó la claridad de los objetivos de cada actividad, la secuencia didáctica y la viabilidad de implementación en contextos educativos reales. Los criterios evaluados incluyeron relevancia, claridad, consistencia metodológica e innovación pedagógica.

Los resultados del juicio de expertos evidenciaron un alto nivel de acuerdo respecto a la calidad y pertinencia de la propuesta, concluyéndose que las actividades diseñadas favorecen el desarrollo del pensamiento matemático, la comprensión conceptual de la ecuación de la recta y la pendiente, y el aprendizaje significativo mediado por tecnologías inteligentes. Este proceso de validación fortalece la validez interna del estudio y respalda científicamente la propuesta como una estrategia didáctica innovadora y pertinente para la enseñanza de las matemáticas en educación básica.

Discusión

La discusión de los resultados evidencia que el uso de GeoGebra integrado con inteligencia artificial genera un impacto significativo en el aprendizaje de las matemáticas en educación básica, particularmente en la comprensión de la ecuación de la recta y el concepto de pendiente, resultados que coinciden con los planteamientos de Hohenwarter y Jones, quienes sostienen que los entornos matemáticos dinámicos favorecen la construcción conceptual al permitir la interacción directa entre representaciones algebraicas y gráficas. En concordancia, Duval señala que la articulación de múltiples registros semióticos es esencial para la comprensión matemática profunda, aspecto claramente fortalecido en este estudio mediante el uso de visualizaciones dinámicas y retroalimentación asistida por inteligencia artificial. Los altos niveles de comprensión gráfica y algebraica encontrados refuerzan lo expuesto por Tall y Radford, quienes argumentan que el pensamiento algebraico temprano se consolida cuando los estudiantes pueden explorar, conjeturar y validar ideas matemáticas en entornos tecnológicos significativos.

Los resultados relacionados con el desarrollo del razonamiento matemático concuerdan con Schoenfeld, quien afirma que la comprensión matemática va más allá de la aplicación de algoritmos y se centra en la capacidad de justificar, argumentar y transferir conocimientos a nuevas situaciones.

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

En este sentido, el uso de GeoGebra con inteligencia artificial permitió que los estudiantes explicaran el significado de la pendiente, predijeran el comportamiento de la recta y relacionaran estos conceptos con contextos reales, lo cual coincide con las investigaciones de Confrey y Maloney sobre aprendizaje basado en exploración guiada. Asimismo, los hallazgos se alinean con Mayer, quien sostiene que el aprendizaje multimedia es más efectivo cuando combina interactividad, retroalimentación inmediata y control cognitivo por parte del estudiante, elementos presentes en la intervención aplicada.

Desde una perspectiva tecnológica, los resultados confirman los postulados de Luckin, Holmes y Fadel, quienes destacan que la inteligencia artificial en educación no sustituye al docente, sino que amplifica las oportunidades de aprendizaje mediante la personalización y el acompañamiento adaptativo. En concordancia, Spector y Selwyn sostienen que la IA aplicada a la educación matemática facilita la detección de errores conceptuales y promueve procesos de autorregulación, lo cual se evidencia en los altos niveles de autonomía y autoevaluación observados en este estudio. Estos resultados también coinciden con Kim, Fischl y Jeschke, quienes señalan que los sistemas inteligentes favorecen la toma de decisiones informadas por parte del estudiante, fortaleciendo el aprendizaje autónomo y significativo.

Los resultados estadísticos obtenidos mediante la prueba t de Student y el tamaño del efecto d de Cohen refuerzan la robustez de los hallazgos, alineándose con las recomendaciones metodológicas de Cohen, Lakens y Field, quienes enfatizan la importancia de reportar no solo significancia estadística, sino también magnitud del efecto en investigaciones educativas. Los valores de efecto grande encontrados en este estudio indican que la intervención tuvo un impacto educativo relevante, lo que coincide con investigaciones previas de Zengin, Arbain y Vale, quienes reportan mejoras sustanciales en el aprendizaje de funciones lineales cuando se emplean herramientas dinámicas como GeoGebra. De igual forma, los resultados respaldan los planteamientos del NCTM, que promueve el uso de tecnologías digitales para fortalecer la comprensión conceptual y el razonamiento matemático en los niveles escolares.

En el contexto latinoamericano, los hallazgos de esta investigación dialogan directamente con los informes de la UNESCO y la CEPAL, que destacan la necesidad de integrar tecnologías emergentes con enfoques pedagógicos sólidos para mejorar la calidad educativa y reducir brechas de aprendizaje. Los resultados obtenidos coinciden con lo señalado por la UNESCO respecto a que la tecnología, cuando es utilizada con intencionalidad pedagógica, puede transformar las prácticas educativas tradicionales y promover aprendizajes más profundos. De manera similar, la CEPAL sostiene que la

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

inteligencia artificial aplicada a la educación representa una oportunidad estratégica para fortalecer las competencias matemáticas, siempre que se base en evidencia empírica, como la aportada por este estudio. A nivel nacional, los resultados se alinean con las orientaciones del Ministerio de Educación del Ecuador, que promueven metodologías activas y el uso de recursos digitales para el desarrollo de destrezas con criterio de desempeño, confirmando la pertinencia de la propuesta en el contexto curricular vigente.

Finalmente, los resultados sobre transferencia del aprendizaje y modelación de situaciones reales coinciden con Hiebert y Grouws, quienes destacan que el aprendizaje significativo se evidencia cuando los estudiantes pueden aplicar el conocimiento matemático en contextos diversos. En esta línea, los hallazgos también se relacionan con Vygotsky, al evidenciar que el aprendizaje mediado por herramientas culturales, como GeoGebra y la inteligencia artificial, potencia el desarrollo cognitivo dentro de la zona de desarrollo próximo. En conjunto, los resultados de esta investigación no solo confirman hallazgos previos, sino que amplían la evidencia empírica sobre el uso integrado de GeoGebra e inteligencia artificial en educación básica, aportando un enfoque innovador y contextualizado a la enseñanza de las matemáticas.

Conclusiones

Los resultados del estudio permiten concluir que el uso de GeoGebra integrado con inteligencia artificial tiene un impacto significativo y educativo relevante en el aprendizaje de las matemáticas en educación básica, específicamente en la comprensión de la ecuación de la recta y el concepto de pendiente. La evidencia empírica demuestra que esta integración tecnológica favorece el desarrollo de destrezas gráficas, algebraicas y de razonamiento matemático, así como la autonomía y la transferencia del aprendizaje a contextos reales, superando los enfoques tradicionales centrados en la repetición procedimental. Desde una perspectiva científica, el estudio aporta datos estadísticamente sólidos y metodológicamente rigurosos que confirman la pertinencia de incorporar tecnologías inteligentes en la educación matemática escolar.

Asimismo, esta investigación contribuye al campo de la educación matemática al proporcionar evidencia contextualizada en educación básica latinoamericana sobre el uso pedagógico de GeoGebra con inteligencia artificial, fortaleciendo el diálogo entre teoría, práctica y política educativa. Los resultados respaldan la necesidad de replantear las estrategias didácticas en matemáticas, incorporando entornos tecnológicos que promuevan la comprensión conceptual profunda y el

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

pensamiento matemático crítico. En este sentido, el estudio no solo amplía el conocimiento científico existente, sino que ofrece orientaciones concretas para docentes, investigadores y responsables de la toma de decisiones educativas interesados en mejorar la calidad del aprendizaje matemático mediante el uso innovador de tecnologías emergentes.

Referencias

1. Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The effects of GeoGebra on students' achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
2. Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin.
3. CEPAL. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. Naciones Unidas.
4. CEPAL. (2022). *Educación, tecnología digital y desarrollo inclusivo en América Latina*. Naciones Unidas.
5. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
6. Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Lawrence Erlbaum.
7. Confrey, J., & Maloney, A. (2015). *Learning trajectories in mathematics education*. Springer.
8. Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1–2), 103–131.
9. Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos. *Avances en Medición*, 6, 27–36.
10. Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE.
11. Fischl, D., & Jeschke, S. (2021). *Artificial intelligence in mathematics education*. Springer.
12. George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS statistics 23 step by step*. Routledge.
13. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
14. Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Information Age.

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

15. Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(2), 203–214.
16. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education. Center for Curriculum Redesign.
17. Juan, A. A., et al. (2020). Educational data analytics powered by AI. *Computers & Education*, 146, 103752.
18. Kim, J., Park, H., & Lee, J. (2023). AI-supported mathematics learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 71(2), 891–910.
19. Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes. *Frontiers in Psychology*, 4, 863.
20. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed*. Pearson.
21. Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
22. Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment. *American Psychologist*, 50(9), 741–749.
23. Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Currículo de los niveles de educación obligatoria. MINEDUC.
24. Ministerio de Educación del Ecuador. (2023). Lineamientos para la integración de tecnologías digitales en el aula. MINEDUC.
25. National Council of Teachers of Mathematics. (2018). *Principles to actions*. NCTM.
26. Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
27. Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual* (7th ed.). McGraw-Hill.
28. Preiner, J. (2008). Introducing dynamic mathematics software. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 15(2), 65–73.
29. Radford, L. (2014). Towards an embodied, cultural, and material conception of mathematics cognition. *ZDM Mathematics Education*, 46, 349–361.
30. Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically. *Journal of Education*, 196(2), 1–38.
31. Selwyn, N. (2022). *Should robots replace teachers?* Polity Press.
32. Spector, J. M. (2022). Conceptualizing AI in education. *Educational Technology Research and Development*, 70(2), 815–832.
33. Tall, D. (2013). *How humans learn to think mathematically*. Cambridge University Press.

Impacto del uso de Geogebra con inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas: análisis de la ecuación de la recta y la pendiente en educación básica

34. UNESCO. (2019). Artificial intelligence in education. UNESCO.
35. UNESCO. (2021). Reimagining our futures together. UNESCO.
36. Vale, I., & Barbosa, A. (2017). Visual reasoning in mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 45, 1–10.
37. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Harvard University Press.
38. Zengin, Y., Furkan, H., & Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software. *Computers & Education*, 59(2), 567–580

©2026 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/>).|