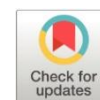


GeoGebra y la comprensión de las relaciones entre rectas en noveno grado

GeoGebra and ninth-grade students' understanding of relationships between lines

- ¹ Manuel Gerardo Vistín Villacís  <https://orcid.org/0009-0003-5480-2113>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
Maestría en Educación con Mención en Matemática
mgvistinv@ube.edu.ec
- ² María Teresa Ledesma Villares  <https://orcid.org/0009-0009-8278-7452>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
Maestría en Educación con Mención en Matemática
mtledesmav@ube.edu.ec
- ³ Jesús Antonio Alba Cabanas  <https://orcid.org/0009-0002-8815-9165>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
jaalbac@ube.edu.ec
- ⁴ Fernando Patricio Reyes Romero  <https://orcid.org/0009-0007-4088-5084>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
fpreyesr@ube.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2026

Revisado: 10/07/2026

Aceptado: 17/08/2026

Publicado: 07/09/2026

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v8i3.711>

Cítese:

Vistín Villacís, M. G., Ledesma Villares, M. T., Alba Cabanas, J. A., & Reyes Romero, F. P. (2026). GeoGebra y la comprensión de las relaciones entre rectas en noveno grado. AlfaPublicaciones, 8(3), 102–116.
<https://doi.org/10.33262/ap.v8i3.711>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Palabras claves:

GeoGebra;
geometría
analítica;
relaciones entre
rectas;
representaciones
múltiples;
educación
intercultural.

Resumen

Introducción: en el escenario educativo contemporáneo, la enseñanza-aprendizaje de la matemática enfrenta el desafío de promover una comprensión profunda de los conceptos, superando los enfoques tradicionales centrados en la repetición mecánica de procedimientos. **Objetivos:** el estudio tuvo como objetivo diseñar e implementar una estrategia pedagógica basada en seis actividades interactivas con GeoGebra y describir las variaciones observadas en la comprensión de las relaciones entre rectas en estudiantes de noveno grado de una institución rural intercultural bilingüe del cantón Guaranda, Ecuador. **Metodología:** se adoptó un enfoque cuantitativo, aplicado y de campo, con diseño preexperimental de un solo grupo con mediciones pretest y postest (O_1-X-O_2). La población estuvo conformada por 60 estudiantes y, mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, se seleccionó una muestra de 15 estudiantes para la intervención. Se emplearon una prueba objetiva, una rúbrica analítica y una ficha de observación; debido a que los instrumentos tenían puntajes máximos distintos, los resultados brutos se transformaron a una escala porcentual común. **Resultados:** la evaluación descriptiva mostró variaciones favorables en las cuatro competencias analizadas: interpretación gráfica, cálculo de pendiente, paralelismo y perpendicularidad, y relación gráfica-algebraica. **Conclusiones:** los resultados respaldan la pertinencia pedagógica de integrar GeoGebra, múltiples representaciones y mediación docente contextualizada, aunque, por las características del diseño, no permiten establecer causalidad ni generalización estadística. Se recomienda que futuras investigaciones empleen instrumentos paralelos y validados, grupos de comparación, muestras más amplias y diversas, y seguimientos longitudinales que permitan examinar la estabilidad y transferibilidad de los aprendizajes observados. **Área de estudio general:** Educación. **Área de estudio específica:** Didáctica de la matemática y tecnología educativa. **Tipo de artículo:** original.

Keywords:

GeoGebra;
analytic geometry;
relationships

Abstract

Introduction: in the contemporary educational scenario, the teaching-learning of mathematics faces the challenge of promoting a deep understanding of concepts, overcoming

between lines;
multiple
representations;
intercultural
education.

traditional approaches focused on the mechanical repetition of procedures. **Objectives:** the objective of the study was to design and implement a pedagogical strategy based on six interactive activities with GeoGebra and to describe the variations observed in the understanding of the relationships between lines in ninth grade students of a bilingual intercultural rural institution in the canton of Guaranda, Ecuador. **Methodology:** a quantitative, applied, and field approach was adopted, with a pre-experimental single-group design with pre-test and post-test measurements (O_1-X-O_2). The population consisted of 60 students, and, through non-probabilistic convenience sampling, a sample of 15 students was selected for the intervention. An objective test, an analytical rubric and an observation sheet were used; Because the instruments had different maximum scores, the raw results were transformed into a common percentage scale. **Results:** the descriptive evaluation showed favorable variations in the four competencies analyzed: graphic interpretation, slope calculation, parallelism and perpendicularity, and graphic-algebraic relationships. **Conclusions:** the results support the pedagogical relevance of integrating GeoGebra, multiple representations and contextualized teacher mediation, although, due to the characteristics of the design, they do not allow establishing causality or statistical generalization. It is recommended that future research use parallel and validated instruments, comparison groups, larger and more diverse samples, and longitudinal follow-ups to examine the stability and transferability of the observed learning. **General area of study:** Education. **Specific area of study:** Mathematics didactics and educational technology. **Type of item:** original.

1. Introducción

En el escenario educativo contemporáneo, la enseñanza-aprendizaje de la matemática enfrenta el desafío de promover una comprensión profunda de los conceptos, superando los enfoques tradicionales centrados en la repetición mecánica de procedimientos. A nivel internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2025) advierten que pese a los avances alcanzados en la cobertura educativa, persisten brechas significativas en el aprendizaje de la matemática, especialmente en las habilidades de razonamiento y resolución de

problemas. En la misma línea, los resultados del *Programme for International Student Assessment PISA 2022* evidencian que una proporción considerable de estudiantes no alcanza los niveles mínimos de desempeño en el dominio Espacio y Forma, lo que refleja dificultades en la comprensión de las relaciones geométricas y en el uso de múltiples representaciones (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023).

En América Latina, estas limitaciones se acentúan debido a la persistencia de prácticas pedagógicas tradicionales y a la limitada incorporación de tecnologías educativas en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Diversas investigaciones demostraron que los entornos de geometría dinámica, como GeoGebra, favorecen la visualización, la exploración y la comprensión de conceptos matemáticos, promoviendo procesos de aprendizaje más activos y constructivos (Weinhandl et al., 2020; Juandi et al., 2021). Asimismo, estudios recientes destacan que la articulación de representaciones gráficas, algebraicas y verbales constituye un elemento fundamental para el desarrollo del pensamiento matemático y la resolución de problemas geométricos (Clark-Wilson et al., 2020; Drijvers & Sinclair, 2024).

En Ecuador, los resultados publicados por el *Instituto Nacional de Evaluación Educativa* (INEVAL, 2023) evidencian desafíos persistentes en el aprendizaje de la matemática en educación general básica y bachillerato. Esta realidad se intensifica en contextos rurales e interculturales, donde las limitaciones en recursos didácticos y en la formación docente dificultan la implementación de metodologías innovadoras. En particular, en la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Surupucyu, ubicada en la parroquia Guanujo del cantón Guaranda, se identificó que los estudiantes de noveno grado presentan dificultades para comprender las relaciones entre rectas, especialmente los conceptos de pendiente, paralelismo y perpendicularidad, situación que limita el desarrollo de competencias geométricas fundamentales.

El análisis del estado del arte evidencia que GeoGebra se consolidó como una de las herramientas digitales más utilizadas en la enseñanza de la matemática. Estudios bibliométricos recientes muestran un crecimiento sostenido de la investigación sobre esta herramienta y destacan su aplicación en el desarrollo del aprendizaje matemático, la enseñanza y la construcción conceptual (Gökçe & Güner, 2022). Asimismo, investigaciones recientes evidencian que el uso de entornos de geometría dinámica favorece la comprensión conceptual, la visualización espacial y la construcción activa del conocimiento matemático (Yohannes & Chen, 2023; Zhang et al., 2025). Además, la integración de tecnologías digitales fortalece el aprendizaje cuando se sustenta en estrategias didácticas coherentes con los procesos cognitivos de los estudiantes (Engelbrecht & Borba, 2024). No obstante, continúan siendo limitadas las propuestas contextualizadas dirigidas a instituciones de educación intercultural bilingüe, particularmente en el nivel de noveno grado de educación general básica, lo que evidencia la necesidad de desarrollar estrategias pedagógicas fundamentadas en

enfoques didácticos sólidos y adaptadas a las características de estos contextos educativos.

En correspondencia con esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo diseñar e implementar una estrategia pedagógica basada en seis actividades interactivas con GeoGebra y describir las variaciones observadas en la comprensión de las relaciones entre rectas en estudiantes de noveno grado de la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Surupucyu. La propuesta se fundamenta en la “Teoría de situaciones didácticas” de Brousseau (2002) y en los “Registros de representación semiótica” de Duval (2006), integrando estos referentes con el uso de GeoGebra como herramienta de geometría dinámica para promover experiencias de aprendizaje activas, contextualizadas y orientadas al fortalecimiento del pensamiento matemático.

2. Metodología

Se realizó una investigación con enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y de campo, con alcance descriptivo y diseño preexperimental de un solo grupo con mediciones antes y después de la intervención (O_1-X-O_2), de acuerdo con los planteamientos metodológicos de Creswell & Creswell (2023). La población estuvo conformada por 60 estudiantes de noveno grado de educación general básica superior de la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Surupucyu. De esta población se seleccionó, mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, una muestra de 15 estudiantes, quienes participaron en la intervención pedagógica. La institución está ubicada en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, Ecuador. Este diseño permitió describir los cambios observados tras la implementación de la estrategia pedagógica, aunque sin controlar completamente explicaciones alternativas ni establecer relaciones causales.

La intervención se desarrolló durante tres semanas, distribuidas en seis sesiones de 60 minutos, y se centró en la destreza curricular M.4.3.11 del currículo de matemática del Ministerio de Educación del Ecuador (2019). Las actividades integraron las fases de acción, formulación, validación e institucionalización propuestas por la “Teoría de situaciones didácticas” (Brousseau, 2002), y combinaron representaciones gráficas, algebraicas y verbales mediante el uso de GeoGebra. El detalle operativo de las seis actividades se presenta en el material suplementario 1.

Para la recolección de datos se utilizaron: a) un pretest de 12 ítems, organizado en tres secciones y con un puntaje máximo de 40 puntos; b) un postest de 6 ítems, distribuido en tres secciones y con un puntaje máximo de 50 puntos; c) una rúbrica analítica de cuatro niveles; y d) una ficha de observación estructurada. Los instrumentos valoraron la interpretación gráfica, el cálculo de la pendiente, la identificación de rectas paralelas y perpendiculares, y la relación entre representaciones gráficas y algebraicas. Aunque el pretest y el postest difieren en el número de ítems, ambos fueron diseñados para evaluar

las mismas competencias de aprendizaje establecidas en la destreza curricular M.4.3.11; por ello, los resultados se transformaron a porcentajes de logro para facilitar su comparación descriptiva.

La revisión de los instrumentos tuvo un carácter procedimental y se orientó a verificar la claridad, pertinencia, consistencia de las consignas y funcionalidad mediante una aplicación piloto realizada con estudiantes de características similares a la población de estudio. En esta investigación no se realizó una validación de contenido mediante juicio de expertos, ya que la revisión de los instrumentos se centró en una aplicación piloto orientada a verificar su claridad, pertinencia, consistencia de las consignas y tiempo de respuesta. En consecuencia, el término validación, empleado en este artículo, se refiere exclusivamente al proceso de revisión piloto y ajuste procedimental de los instrumentos y de las actividades.

Para homologar instrumentos con puntajes máximos diferentes, cada puntaje bruto se transformó a porcentaje de logro mediante la fórmula de la **Ecuación 1**:

$$\text{Porcentaje de logro} = (\text{puntaje obtenido} / \text{puntaje máximo del instrumento o de la competencia}) \times 100 \quad (1)$$

La misma transformación se aplicó a cada competencia, utilizando como denominador el puntaje máximo posible de los ítems correspondientes. Los porcentajes se clasificaron mediante un baremo común: nivel bajo (< 60 %), nivel medio (60 %–79 %) y nivel alto (≥ 80 %). Esta normalización permitió comparar descriptivamente los resultados del pretest y del posttest sin asumir equivalencia estricta entre el número de ítems de ambos instrumentos ni realizar inferencias causales (**Tabla 1**).

Tabla 1

Baremo común para la conversión de puntajes porcentuales en niveles de desempeño

Nivel	Rango porcentual	Interpretación
Bajo	< 60 %	Dominio insuficiente o incipiente
Medio	60 %–79 %	Dominio en desarrollo
Alto	≥ 80 %	Dominio satisfactorio

Nota: elaborado por los autores con base en los datos del estudio.

Procedimiento: el procedimiento comprendió las siguientes etapas: (a) obtención de la autorización institucional y del consentimiento informado; (b) aplicación del pretest; (c) revisión y ajuste procedimental de los instrumentos y de las actividades a partir de la aplicación piloto; (d) implementación de las seis sesiones de intervención con GeoGebra; (e) aplicación del posttest; (f) conversión de los puntajes a porcentajes de logro; (g) clasificación de los resultados de acuerdo con el baremo establecido; y (h) análisis descriptivo mediante porcentajes de logro y variaciones porcentuales. Debido a la naturaleza preexperimental del estudio, el análisis se limitó a la descripción de los cambios observados, sin realizar pruebas inferenciales.

Consideraciones éticas: la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de consentimiento informado, autorización institucional, confidencialidad, anonimización y uso exclusivamente académico de la información. Los documentos de consentimiento informado y autorización institucional permanecen bajo custodia de los investigadores y no se incluyen en el artículo con el propósito de garantizar la confidencialidad de los participantes y de la institución educativa.

3. Resultados

Los resultados descriptivos evidenciaron variaciones favorables en las cuatro competencias evaluadas después de la intervención. La interpretación gráfica pasó del 60 % en el pretest al 85 % en el posttest; el cálculo de la pendiente, del 50 % al 80 %; la identificación de rectas paralelas y perpendiculares, del 40 % al 78 %; y la relación entre representaciones gráficas y algebraicas, del 55 % al 88 %. La mayor variación se registró en la identificación de rectas paralelas y perpendiculares, con un incremento de 38 puntos porcentuales (**Tabla 2**).

Tabla 2

Variación descriptiva de las competencias evaluadas

Competencia	Pretest	Posttest	Variación
Interpretación gráfica	60 %	85 %	+25 pp
Cálculo de pendiente	50 %	80 %	+30 pp
Paralelismo y perpendicularidad	40 %	78 %	+38 pp
Relación gráfica-algebraica	55 %	88 %	+33 pp

Nota: elaborado por los autores con base en los porcentajes de logro obtenidos en las competencias evaluadas

Las rúbricas analíticas y las fichas de observación registraron una mayor participación de los estudiantes durante las sesiones, así como avances en la formulación de hipótesis, la verificación de resultados y la justificación de procedimientos matemáticos. Estas evidencias complementan descriptivamente los resultados obtenidos mediante el pretest y el posttest; sin embargo, no fueron utilizadas para establecer inferencias estadísticas.

4. Discusión

Los resultados obtenidos muestran un patrón compatible con los mecanismos descritos en investigaciones recientes sobre el uso de GeoGebra en la enseñanza de la matemática. La retroalimentación inmediata y la posibilidad de modificar construcciones favorecen que los estudiantes contrasten sus conjeturas, detecten inconsistencias y fortalezcan la comprensión de conceptos geométricos. Asimismo, la coordinación simultánea entre representaciones gráficas y algebraicas contribuye a reducir la fragmentación entre registros de representación. El incremento observado en la competencia relacionada con la relación gráfica-algebraica resulta especialmente

pertinente frente al metanálisis de Zhang et al. (2025) que identificó ventajas de la visualización dinámica para el rendimiento matemático, y al estudio de Romero & García (2024) que documentó mejoras en autonomía, perseverancia y precisión cuando las actividades digitales se acompañaron de una gestión didáctica deliberada.

No obstante, la interpretación de los resultados requiere distinguir entre la convergencia de diferentes indicadores y la demostración de una relación causal. La mejora observada en los porcentajes de logro, las rúbricas y las fichas de observación apunta en una misma dirección; sin embargo, también pudo verse influida por factores como la familiarización con los contenidos, el efecto de práctica, las expectativas del docente, la novedad del recurso tecnológico o las diferencias de dificultad entre el pretest y el postest. Además, los promedios por competencia pueden ocultar trayectorias individuales diversas. En consecuencia, el principal aporte de este estudio consiste en evidenciar una variación descriptiva favorable durante la intervención, más que demostrar un efecto causal atribuible exclusivamente al uso de GeoGebra.

Los cambios descriptivos observados son coherentes con investigaciones que destacan el potencial de GeoGebra para favorecer la visualización y la comprensión conceptual en Geometría (Weinhandl et al., 2020; Juandi et al., 2021; Gökçe & Güner, 2022; Gurmu et al., 2024). En particular, el incremento de la competencia relacionada con la articulación entre representaciones gráficas y algebraicas, que pasó del 55 % al 88 %, coincide con la perspectiva de Duval (2006) quien sostiene que la comprensión matemática depende de la capacidad para coordinar distintos registros de representación semiótica. De igual forma, el metanálisis de Juandi et al. (2021) reportó efectos positivos del uso de GeoGebra sobre el aprendizaje matemático en diversos niveles educativos, respaldando la tendencia observada en este estudio.

La utilización conjunta de una prueba objetiva, una rúbrica analítica y una ficha de observación permitió complementar la valoración del desempeño académico con el análisis de los procesos desarrollados por los estudiantes durante la intervención. Esta triangulación metodológica facilitó una comprensión más amplia del aprendizaje alcanzado, al considerar tanto los resultados cuantitativos como las evidencias observadas durante la resolución de las actividades. En este sentido Romero & García (2024) señalan que las posibilidades de interacción y construcción ofrecidas por GeoGebra favorecen conductas observables relacionadas con la autonomía, la perseverancia y la precisión en el trabajo matemático. De forma similar, Yohannes & Chen (2023) y Engelbrecht & Borba (2024) destacan que el impacto de las tecnologías digitales depende no solo de la herramienta utilizada, sino también de la calidad de las tareas propuestas, la mediación docente y las condiciones de implementación.

El aporte del presente estudio no radica únicamente en la utilización de un software de geometría dinámica, sino en la integración de este recurso dentro de una estrategia pedagógica estructurada, compuesta por seis actividades contextualizadas que articularon múltiples representaciones matemáticas y una mediación docente

permanente en un contexto de educación intercultural bilingüe. Esta integración responde a las recomendaciones de Clark-Wilson et al. (2020) y Drijvers & Sinclair (2024) quienes destacan que el impacto educativo de las tecnologías digitales depende de su incorporación dentro de propuestas didácticas con objetivos claramente definidos. En relación con la literatura internacional, la experiencia aporta evidencia contextual que converge con los resultados de síntesis de Yohannes & Chen (2023) y Zhang et al. (2025) pero añade una condición menos estudiada: la aplicación de una secuencia multirrepresentacional en una institución rural intercultural bilingüe. El valor del estudio reside, por ello, en mostrar la viabilidad pedagógica de articular exploración dinámica, lenguaje algebraico, argumentación verbal y acompañamiento docente dentro de restricciones reales de aula, más que en estimar una eficacia generalizable del recurso (Tabla 3).

Tabla 3

Contraste de los hallazgos descriptivos con antecedentes relevantes

Autor o enfoque	Aporte de la literatura	Relación con el estudio
Duval (2006)	La comprensión exige coordinación entre registros.	La relación gráfica-algebraica aumentó de 55 % a 88 %.
Weinhandl et al. (2020)	Los entornos dinámicos favorecen la exploración y visualización matemática.	La interpretación gráfica pasó del 60 % al 85 %.
Gökçe & Güner (2022)	GeoGebra favorece la construcción activa del conocimiento.	Se observaron variaciones favorables en las cuatro competencias.
Gurmu et al. (2024)	La enseñanza asistida por GeoGebra puede fortalecer la comprensión geométrica.	Los resultados descriptivos siguen una tendencia semejante.
Drijvers & Sinclair (2024)	La tecnología debe integrarse con propósitos didácticos definidos.	Las seis actividades articularon software, mediación y representaciones múltiples.

Nota: elaborado por los autores con base en los datos del estudio.

La interpretación de los resultados también debe considerar algunas limitaciones metodológicas. Aunque la conversión de los puntajes a porcentajes permitió homologar las escalas de medición empleadas en el pretest y el posttest, este procedimiento no garantiza la equivalencia entre ambos instrumentos en términos de dificultad, cobertura cognitiva o sensibilidad al cambio. Asimismo, el estudio presenta limitaciones asociadas al uso de un muestreo no probabilístico por conveniencia, la ausencia de un grupo de comparación y la falta de un proceso formal de validación de contenido mediante juicio de expertos. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como una evidencia descriptiva de la variación observada durante la intervención y no como una demostración de un efecto atribuible exclusivamente al uso de GeoGebra. Futuras investigaciones podrían fortalecer este tipo de estudios mediante el empleo de

instrumentos paralelos, análisis de confiabilidad y validez, grupos de comparación y diseños experimentales o cuasiexperimentales.

Desde una perspectiva teórica, los resultados respaldan una interpretación sociotécnica del aprendizaje matemático. El conocimiento no se construye únicamente a partir del uso del software, sino mediante la interacción entre estudiantes, docente, tareas, representaciones y recursos tecnológicos. En este sentido Engelbrecht & Borba (2024) sostienen que las tecnologías digitales transforman los espacios y las formas de producción del conocimiento matemático, mientras que Yohannes & Chen (2023) señalan que los beneficios de GeoGebra dependen de la calidad de su integración pedagógica y del contexto de aplicación. Bajo esta perspectiva, la estrategia implementada puede entenderse como un sistema de mediación didáctica en el que la exploración dinámica facilitó la construcción de conceptos, mientras que la argumentación, la institucionalización y la retroalimentación docente otorgaron significado matemático a las experiencias desarrolladas.

Finalmente, los resultados también evidencian un desafío para la investigación y la práctica educativa. Aunque la estrategia mostró una variación descriptiva favorable en el contexto estudiado, ello no implica una transferencia automática a otros escenarios educativos. La literatura reciente advierte que la efectividad de las tecnologías educativas depende de factores relacionados con el acceso, la infraestructura, la formación docente y las condiciones institucionales (Engelbrecht & Borba, 2024). En consecuencia, la principal contribución de este estudio consiste en aportar evidencia situada sobre la interacción entre múltiples representaciones, mediación docente y uso de GeoGebra en un contexto de educación intercultural bilingüe, proporcionando una base para futuras investigaciones con diseños comparativos, longitudinales y de mayor alcance.

5. Conclusiones

- La estrategia pedagógica basada en seis actividades interactivas con GeoGebra fue diseñada e implementada de manera coherente con el trabajo de pendiente, paralelismo, perpendicularidad y conversión entre representaciones. La evaluación descriptiva registró variaciones favorables en las competencias analizadas después de la intervención.
- Las cuatro competencias evaluadas mostraron incrementos porcentuales. La interpretación gráfica pasó del 60 % al 85 %; el cálculo de pendiente, del 50 % al 80 %; la identificación de paralelismo y perpendicularidad, del 40 % al 78 %; y la relación gráfica-algebraica, del 55 % al 88 %. Las observaciones de aula también reflejaron mayor participación, exploración y argumentación matemática.
- Por tratarse de un diseño preexperimental con muestreo por conveniencia, los resultados permiten describir cambios dentro del grupo participante, pero no

demostrar que GeoGebra fue la causa única de las variaciones ni generalizar los hallazgos a otras poblaciones. La propuesta ofrece una base pedagógica pertinente para contextos rurales interculturales y requiere posteriores estudios con mayor control metodológico.

- Como conclusión crítica, la mejora educativa no puede reducirse a incorporar GeoGebra ni a replicar seis actividades sin adaptación. Su sostenibilidad requiere formación docente, acceso tecnológico estable, instrumentos de evaluación equivalentes y contextualización lingüística y cultural. La agenda futura debería combinar diseños cuasi experimentales o experimentales con análisis cualitativos de interacción, seguimiento longitudinal y evaluación de fidelidad, de modo que sea posible determinar no solo cuánto cambia el desempeño, sino qué componentes de la intervención explican el cambio, para quiénes funcionan y en qué condiciones.
- A partir de las limitaciones metodológicas identificadas, se recomienda desarrollar estudios cuasi experimentales o experimentales que incorporen grupos de comparación, asignación aleatoria cuando el contexto institucional lo permita y muestras de mayor tamaño procedentes de instituciones rurales, urbanas e interculturales. Este diseño permitiría controlar con mayor rigor explicaciones alternativas como la maduración, la familiaridad con las pruebas o la influencia del docente y estimar con mayor precisión la contribución específica de la secuencia didáctica mediada por GeoGebra.
- También resulta prioritario construir pretest y posttest paralelos, equivalentes en número de ítems, cobertura curricular, dificultad y estructura cognitiva, y someterlos a validación de contenido mediante juicio de expertos y a análisis de consistencia y funcionamiento de los ítems. La incorporación de datos individuales, medidas de retención y evaluaciones diferidas permitiría determinar si las variaciones observadas se mantienen en el tiempo y si se transfieren a nuevas tareas de geometría analítica, resolución de problemas y argumentación matemática.
- Futuras investigaciones deberían examinar, además, los mecanismos pedagógicos que explican los resultados, diferenciando el aporte del software, la mediación docente, la colaboración entre estudiantes, la retroalimentación y la coordinación de representaciones gráficas, algebraicas y verbales. Para ello, se sugiere complementar el análisis cuantitativo con entrevistas, registros de pantalla, protocolos de pensamiento en voz alta y análisis de interacciones de aula, así como valorar la fidelidad de implementación de las seis actividades.
- Finalmente, se recomienda estudiar la sostenibilidad y escalabilidad de la propuesta en contextos con distintas condiciones de conectividad, disponibilidad de dispositivos, formación docente y diversidad lingüística y cultural. La adaptación de las actividades al currículo, a la lengua de enseñanza y a

situaciones del entorno debe documentarse de manera sistemática, de modo que futuras réplicas puedan distinguir entre los componentes esenciales de la intervención y aquellos que requieren contextualización local.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Derechos de autor (copyright)

Los autores son los titulares de los derechos de autor (patrimoniales y/o de explotación) de los contenidos de la revista (*copyright*).

8. Declaración de contribución de los autores

Los autores declaran haber participado de manera equitativa y sustancial en la realización de esta investigación, bajo las responsabilidades según la [Taxonomía CRediT](#) para describir las contribuciones individuales de cada autor al trabajo.

Manuel Gerardo Vistín Villacís y María Teresa Ledesma Villares, realizaron la conceptualización la investigación, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, visualización, redacción del borrador original, redacción - revisión y edición, discusión, conclusiones y aprobación del documento final.

Jesús Antonio Alba Cabanas y Fernando Patricio Reyes Romero, contribuyeron en su calidad de tutores en la metodología, supervisión, validación, redacción - revisión y edición, discusión, conclusiones y aprobación del documento final.

Divulgación de la delegación a la IA generativa

La herramienta de IA generativa se utilizó como apoyo para la revisión lingüística, edición, organización y mejora de la presentación del manuscrito. Los autores verificaron las modificaciones realizadas y asumieron íntegramente la responsabilidad por el contenido científico, los datos, su interpretación y la versión final del artículo.

La responsabilidad del manuscrito final recae íntegramente en los autores.

Las herramientas GAI no figuran como autores y no asumen responsabilidad por los resultados finales.

Declaración presentada por: Manuel Gerardo Vistín Villacís

9. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

10. Referencias Bibliográficas

- Brousseau, G. (2002). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques, 1970–1990*. Dordrecht: Springer Netherlands.
<https://doi.org/10.1007/0-306-47211-2>
- Clark-Wilson, A., Robutti, O., & Thomas, M. O. J. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 52(7), 1223–1242. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
<https://repositorio.ciem.ucr.ac.cr/items/cec131b5-1934-4fc7-81cf-bc413895502e>
- Drijvers, P., & Sinclair, N. (2024). The role of digital technologies in mathematics education: purposes and perspectives. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 56(2), 239–248. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01535-x>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1–2), 103–131.
<https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 56(2), 281–292. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Gökçe, S., & Güner, P. (2022). Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5301–5323.
<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10836-1>
- Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects of GeoGebra-assisted instructional methods on students' conceptual understanding of geometry. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379745>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2023). *Presentación de los resultados de la evaluación Ser Estudiante 2022–2023*.
<https://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/presentacion-de-los-resultados-de-la-evaluacion-ser-estudiante-2022-2023/>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Wijaya, T. T. (2021). A meta-analysis of GeoGebra software decade of assisted mathematics learning: What to learn and where to go? *Heliyon*, 7(5), e06953.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2019). *Currículo de los niveles de educación obligatoria – Subnivel superior*.
https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/11031.pdf

- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2025). *What you need to know on quality learning*. <https://www.unesco.org/en/quality-learning/need-know>
- Romero Albaladejo, I. M., & García López, M. del M. (2024). Mathematical attitudes transformation when introducing GeoGebra in the secondary classroom. *Education and Information Technologies*, 29(8), 10277–10302. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12085-w>
- Weinhandl, R., Lavicza, Z., Hohenwarter, M., & Schallert, S. (2020). Enhancing flipped mathematics education by utilizing GeoGebra. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(1), 1–15. <https://doi.org/10.46328/ijemst.v8i1.832>
- Yohannes, A., & Chen, H.-L. (2023). GeoGebra in mathematics education: A systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5682–5697. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
- Zhang, Y., Wang, P., Jia, W., Zhang, A., & Chen, G. (2025). Dynamic visualization by GeoGebra for mathematics learning: a meta-analysis of 20 years of research. *Journal of Research on Technology in Education*, 57(2), 437–458. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2250886>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.

