



Gabriela Alejandra Robayo-Torres

Email: grobayot@uteq.edu.ec

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-5154-5201>

Fernanda Raquel Guamán-Rivera

Email: fguamanr@uteq.edu.ec

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-4350-8768>

Micaela Janneth Lupercio-Cobeña

Email: mlupercioc@uteq.edu.ec

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4922-6137>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Robayo-Torres, G. A., Guamán-Rivera, F. R., & Lupercio-Cobeña, M. J. (2026). Efectos del uso de GeoGebra como herramienta interactiva en la autorregulación y los procesos metacognitivos durante la resolución de problemas matemáticos. *Revista Sociedad & Tecnología*, 9(S1), 432-446, DOI: <https://doi.org/10.51247/st.v9iS1.95>.

==== o ====

Efectos del uso de GeoGebra como herramienta interactiva en la autorregulación y los procesos metacognitivos durante la resolución de problemas matemáticos

RESUMEN

El artículo tuvo como objetivo analizar los efectos del uso de GeoGebra como herramienta interactiva en la autorregulación y los procesos metacognitivos de los estudiantes durante la resolución de problemas matemáticos en instituciones educativas de la provincia de Cotopaxi. La investigación se fundamentó en la necesidad de fortalecer estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan un aprendizaje autónomo, crítico y significativo en el área de Matemáticas, contribuyendo al mejoramiento del desempeño académico y al desarrollo integral del estudiantado. Metodológicamente, se adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi experimental de tipo pretest-postest, lo que permitió evaluar de manera objetiva el progreso individual y grupal de los estudiantes tras la implementación de actividades didácticas mediadas por GeoGebra. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y el cálculo de la ganancia normalizada de Hake, con el fin de determinar el nivel de mejora del aprendizaje alcanzado. Los resultados evidenciaron una mejora moderada del aprendizaje, reflejada en una ganancia normalizada de 0,46, lo que indica un impacto positivo del uso de GeoGebra en la comprensión conceptual de los contenidos matemáticos, así como en el fortalecimiento de la autorregulación y los procesos metacognitivos. En conclusión, el uso pedagógico de GeoGebra favoreció el aprendizaje significativo y autónomo de los estudiantes, consolidándose como un recurso didáctico eficaz para la enseñanza de la Matemática y como una herramienta pertinente para la innovación educativa en contextos escolares similares.

Palabras clave: GeoGebra, autorregulación, metacognición, aprendizaje.

Effects of using GeoGebra as an interactive tool on self-regulation and metacognitive processes during mathematical problem solving

ABSTRACT

The objective of this article was to analyze the effects of using GeoGebra as an interactive tool on students' self-regulation and metacognitive processes during the resolution of mathematical problems in educational institutions in the province of Cotopaxi. The study was grounded in the need to strengthen innovative pedagogical strategies that promote autonomous, critical, and meaningful learning in Mathematics, contributing to improved academic performance and students' holistic development. Methodologically, a quantitative approach was adopted using a quasi-experimental pretest-posttest design, which allowed for an objective assessment of individual and group progress following the implementation of GeoGebra-based instructional activities. Data were analyzed through descriptive statistics and the calculation of Hake's normalized gain to determine the level of learning improvement achieved. The results showed a moderate improvement in learning, reflected in a normalized gain of 0.46, indicating a positive impact of GeoGebra on conceptual understanding of mathematical content, as well as on the development of self-regulation and metacognitive processes. In conclusion, the pedagogical use of GeoGebra promoted meaningful and autonomous learning, consolidating its role as an effective didactic resource for Mathematics education and as a relevant tool for educational innovation in similar school contexts.

Keywords: GeoGebra, self-regulation, metacognition, learning.

==== o ====

Efeitos do uso do GeoGebra como ferramenta interativa na autorregulação e nos processos metacognitivos durante a resolução de problemas matemáticos

RESUMO

O objetivo deste artigo foi analisar os efeitos do uso do GeoGebra como ferramenta interativa na autorregulação e nos processos metacognitivos dos estudantes durante a resolução de problemas matemáticos em instituições educacionais da província de Cotopaxi. A pesquisa fundamentou-se na necessidade de fortalecer estratégias pedagógicas inovadoras que promovam uma aprendizagem autônoma, crítica e significativa na área da Matemática, contribuindo para a melhoria do desempenho acadêmico e para o desenvolvimento integral dos estudantes. Metodologicamente, adotou-se uma abordagem quantitativa com um delineamento quase experimental do tipo pré-teste e pós-teste, o que permitiu avaliar de forma objetiva o progresso individual e coletivo após a implementação de atividades didáticas mediadas pelo GeoGebra. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e do cálculo do ganho normalizado de Hake, a fim de determinar o nível de melhoria da aprendizagem alcançado. Os resultados evidenciaram uma melhoria moderada da aprendizagem, refletida em um ganho normalizado de 0,46, indicando um impacto positivo do uso do GeoGebra na compreensão conceitual dos conteúdos matemáticos, bem como no fortalecimento da autorregulação e dos processos metacognitivos. Conclui-se que o uso pedagógico do GeoGebra favoreceu a aprendizagem significativa e autônoma, consolidando-se como um recurso didático eficaz para o ensino da Matemática e como uma ferramenta pertinente para a inovação educacional em contextos escolares semelhantes.

Palavras-chave: GeoGebra, autorregulação, metacognição, aprendizado.

==== o ====

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las matemáticas representa un desafío constante en los distintos niveles educativos a nivel global. La evidencia científica muestra que, a pesar de la relevancia de estas competencias para el desempeño académico y profesional, los estudiantes continúan

presentando dificultades en la comprensión de conceptos y en la aplicación de estrategias para resolver problemas complejos.

Esta situación ha motivado la implementación de enfoques didácticos innovadores que incorporen recursos interactivos y metodologías centradas en la reflexión sobre el propio aprendizaje, la planificación estratégica y el desarrollo de habilidades cognitivas avanzadas, como el pensamiento analítico, la autorregulación y los procesos metacognitivos, elementos esenciales para alcanzar un aprendizaje matemático profundo y significativo.

En este panorama, Cenas et al. (2021) herramientas digitales interactivas, como GeoGebra, han mostrado potencial para favorecer la comprensión y visualización de conceptos matemáticos de manera dinámica y multidimensional. Según Acaro (2021), en América Latina, los indicadores internacionales, como los informes PISA y los reportes de la UNESCO, revelan un bajo desempeño de los estudiantes en matemáticas, especialmente en habilidades de análisis, razonamiento lógico y resolución de problemas.

De acuerdo con Bravo y Panamá (2025), estas limitaciones reflejan la necesidad de implementar metodologías que permitan al estudiante construir conocimiento de forma activa y reflexiva, integrando el pensamiento crítico y la capacidad de autorregulación en su proceso de aprendizaje. La introducción de tecnologías educativas interactivas se perfila como una estrategia prometedora para abordar estas brechas y mejorar el rendimiento académico.

En Ecuador, las evaluaciones nacionales y los reportes del Ministerio de Educación destacan que los estudiantes continúan presentando dificultades para alcanzar niveles adecuados en competencias matemáticas (García, 2023). La Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) y los lineamientos del Ministerio de Educación promueven el uso de tecnologías y metodologías activas como instrumentos para fortalecer el aprendizaje significativo y desarrollar habilidades cognitivas superiores, como la planificación, supervisión y evaluación de los propios procesos de aprendizaje.

Pese a estos lineamientos, la implementación de herramientas digitales en el aula sigue siendo limitada y desigual entre instituciones educativas (Romero et al., 2022; Fernández y Guachun, 2021). Los desafíos en el aprendizaje de matemáticas se reflejan en los bajos niveles de desempeño de los estudiantes en evaluación de competencias lógico-matemáticas, diferentes instituciones educativas enfrentan dificultades para promover estrategias de autorregulación y metacognición entre sus estudiantes, eso limita la capacidad de los alumnos para resolver problemas de manera autónoma y reflexiva.

Así, la incorporación de herramientas digitales interactivas, como GeoGebra, se perfila como una alternativa para mejorar la comprensión conceptual y la aplicación de estrategias cognitivas avanzadas durante la resolución de problemas matemáticos (Coronado et al., 2025). El estudio se centra en dos variables principales: la autorregulación y los procesos metacognitivos. La autorregulación se define como la capacidad del estudiante para planificar, monitorear y ajustar sus acciones de aprendizaje de manera autónoma y consciente.

Los procesos metacognitivos se refieren a la conciencia y control que los estudiantes ejercen sobre sus estrategias cognitivas, incluyendo planificación, supervisión y evaluación durante la resolución de problemas. GeoGebra, al ofrecer representaciones gráficas y algebraicas interactivas, puede favorecer la activación de estas habilidades, permitiendo que los estudiantes desarrollen un aprendizaje más profundo, reflexivo y autónomo.

El objetivo de la investigación es analizar los efectos del uso de GeoGebra como herramienta interactiva en la autorregulación y los procesos metacognitivos de los estudiantes durante la resolución de problemas matemáticos en instituciones educativas de Cotopaxi. La justificación de este estudio radica en la necesidad de fortalecer estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan un aprendizaje autónomo, crítico y significativo en matemáticas, contribuyendo al mejoramiento del desempeño académico y al desarrollo integral del estudiante. La investigación se guía por la siguiente pregunta directriz: ¿Cómo influye el uso de GeoGebra en la autorregulación y los procesos metacognitivos de los estudiantes durante la resolución de problemas matemáticos?

MARCO TEÓRICO

Autorregulación del aprendizaje en matemáticas

La autorregulación del aprendizaje se define como la capacidad del estudiante para planificar, monitorear y evaluar de manera sistemática sus propios procesos cognitivos y conductuales durante la adquisición de conocimientos (Alcivar et al., 2019). En el contexto matemático, esta habilidad implica la formulación de objetivos específicos, la selección y aplicación de estrategias cognitivas y procedimentales adecuadas, así como la modificación de los procedimientos en función de la retroalimentación obtenida (Arteaga et al., 2019).

Esta capacidad permite optimizar el desempeño académico, incrementar la autonomía en la resolución de problemas y consolidar la responsabilidad del estudiante sobre su proceso de aprendizaje. La activación de la autorregulación mediante estrategias pedagógicas específicas permite que los estudiantes identifiquen obstáculos cognitivos, anticipen posibles soluciones y ajusten sus estrategias de forma proactiva, fortaleciendo la concentración, la persistencia y la eficiencia en la resolución de problemas complejos (Auccahuallpa et al., 2022).

Procesos metacognitivos y resolución de problemas

Los procesos metacognitivos comprenden la capacidad de los estudiantes para supervisar, controlar y evaluar sus estrategias cognitivas, incluyendo la planificación, el monitoreo y la revisión de los pasos ejecutados durante la resolución de problemas matemáticos (Bravo y Panamá, 2025). Estos procesos son determinantes para identificar errores conceptuales o procedimentales, organizar la información de manera lógica y transferir conocimientos a contextos novedosos, promoviendo un aprendizaje profundo y flexible (Avecilla et al., 2015).

El desarrollo de la metacognición en el aula de matemáticas permite que los estudiantes reflexionen sobre los métodos utilizados, comparen alternativas de resolución y adopten decisiones fundamentadas sobre el abordaje de problemas. La metacognición se encuentra estrechamente vinculada con la autorregulación, dado que ambos procesos facilitan la construcción de estrategias cognitivas eficientes, adaptativas y sostenibles, esenciales para la consolidación de competencias matemáticas avanzadas y la autonomía en el aprendizaje (Carapas et al., 2025).

Dificultades y barreras en el aprendizaje de las matemáticas

El aprendizaje de las matemáticas se caracteriza por presentar múltiples desafíos para los estudiantes, derivados tanto de factores cognitivos como contextuales y pedagógicos. Entre las dificultades más comunes se encuentran la comprensión limitada de conceptos abstractos, la falta de habilidades de razonamiento lógico y la incapacidad para relacionar procedimientos matemáticos con situaciones reales (Coloma, 2022).

Estas barreras afectan la resolución de problemas, la interpretación de resultados y la aplicación de estrategias adecuadas, generando frustración y desmotivación en los estudiantes (Fuentes, 2024). En América Latina y Ecuador, diversos estudios han señalado que los bajos rendimientos en matemáticas son resultado de factores estructurales, como métodos de enseñanza tradicionales centrados en la memorización, escasa disponibilidad de recursos didácticos y poca integración de tecnologías educativas (Morel y Jiménez, 2025).

Además, los estudiantes suelen presentar deficiencias en la planificación y monitoreo de su propio aprendizaje, lo que limita el desarrollo de habilidades de autorregulación y metacognición (Pumacallahui et al., 2021). A nivel institucional, las limitaciones de infraestructura, la falta de formación docente especializada y la elevada densidad de alumnos por aula constituyen barreras adicionales que dificultan la implementación de estrategias innovadoras para mejorar la comprensión matemática (Romero et al., 2022).

Herramientas digitales y su papel en el aprendizaje de matemáticas

Los autores Ordoñez et al. (2022), sostienen que el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas ha transformado la forma en que los estudiantes acceden y procesan la información. Estas herramientas permiten representar de manera simultánea

conceptos algebraicos, geométricos y gráficos, facilitando la comprensión de relaciones abstractas y promoviendo un aprendizaje más activo y participativo. Por su parte García (2023), sostiene que favorecen la experimentación y el aprendizaje por descubrimiento, elementos clave para desarrollar competencias de pensamiento crítico y resolución de problemas.

En la Educación Básica Superior, según Acaro (2021) el acceso a herramientas interactivas contribuye a atender la diversidad de estilos de aprendizaje y a complementar la enseñanza tradicional. De acuerdo a Medina et al. (2025) su integración permite que los estudiantes exploren conceptos complejos, verifiquen soluciones y comprendan de manera más profunda los contenidos matemáticos, fortaleciendo habilidades cognitivas avanzadas sin reemplazar la mediación docente.

Estrategias de apoyo al aprendizaje en Educación Básica Superior

De acuerdo a Párraga y Párraga (2025), en el nivel de Educación Básica Superior, los estudiantes se enfrentan a contenidos matemáticos caracterizados por un alto grado de abstracción y complejidad cognitiva, que requieren el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico, analítico y crítico. Acaro (2021) señala que la implementación de estrategias didácticas innovadoras, que integren representaciones visuales, algebraicas y gráficas, facilita la comprensión conceptual y la estructuración de procedimientos para la resolución de problemas.

En este escenario, Cenas et al. (2021) argumentaron que estas estrategias permiten al estudiante articular teoría y práctica, explorar múltiples enfoques de resolución y verificar de manera sistemática los resultados obtenidos, promoviendo un aprendizaje activo y reflexivo.

Al respecto Quevedo y Cedeño (2022) definen que el fortalecimiento de las habilidades de planificación, monitoreo y evaluación del propio aprendizaje constituyen un elemento esencial en este nivel educativo, ya que prepara a los estudiantes para afrontar retos académicos progresivamente más complejos conforme sigan avanzando a otros niveles académicos.

Las estrategias de apoyo deben diseñarse para potenciar tanto la comprensión conceptual como la adquisición de habilidades cognitivas superiores, asegurando un aprendizaje autónomo, significativo y sostenible, capaz de promover la transferencia de conocimientos a nuevas situaciones y la resolución efectiva de problemas matemáticos (Morel y Jiménez, 2025).

Geogebra: generalidades

La tabla 1 presenta las generalidades conceptuales de GeoGebra, resaltando sus características fundamentales y su pertinencia en el aprendizaje de las matemáticas. Se describen aspectos clave como la definición del software, sus representaciones algebraicas, gráficas y geométricas, la interactividad que ofrece, su versatilidad para distintos niveles educativos, la accesibilidad y las aplicaciones pedagógicas.

Cada elemento se vincula con su relevancia para el desarrollo de competencias matemáticas, incluyendo la comprensión conceptual, el razonamiento lógico, la resolución de problemas y el fortalecimiento de habilidades de autorregulación y metacognición.

Tabla 1.

Geogebra

Aspecto	Descripción	Aporte en Matemática
Definición	GeoGebra es un software de matemáticas dinámico que integra álgebra, geometría, cálculo y representación gráfica en un mismo entorno interactivo.	Permite a los estudiantes explorar relaciones matemáticas de manera visual y simbólica, favoreciendo la comprensión profunda de conceptos.
Representación	Ofrece representaciones algebraicas, gráficas, geométricas y estadísticas de manera simultánea e interactiva.	Facilita la correlación entre distintos enfoques matemáticos, fortaleciendo habilidades de análisis y razonamiento lógico.
Interactividad	Permite manipular objetos matemáticos en tiempo real, modificar variables y observar resultados instantáneamente.	Promueve la experimentación, el aprendizaje por descubrimiento y la reflexión sobre procedimientos y resultados.
Versatilidad	Compatible con diversos niveles educativos, desde básica hasta educación superior, y con múltiples temas de matemáticas.	Adapta las actividades al nivel cognitivo del estudiante, permitiendo un aprendizaje progresivo y personalizado.
Accesibilidad	Gratuito y multiplataforma, disponible en computadoras, tabletas y dispositivos móviles.	Facilita su integración en el aula y el acceso autónomo por parte de los estudiantes, reforzando la continuidad del aprendizaje fuera del aula.
Aplicaciones pedagógicas	Se puede utilizar para la resolución de problemas, modelado matemático, visualización de funciones y experimentación de conceptos abstractos.	Potencia la autorregulación y los procesos metacognitivos al permitir que los estudiantes planifiquen, monitoreen y evalúen sus estrategias de aprendizaje.

Nota. La tabla se elaboró en base a información de García (2023; Carapas et al. (2025).

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, con un diseño cuasiexperimental de tipo pretest–postest con un solo grupo, de carácter descriptivo y alcance correlacional. Este diseño permitió analizar los efectos de la intervención pedagógica basada en el uso de GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas, comparando el desempeño de los estudiantes antes y después de la aplicación de las actividades didácticas.

Se implementó un conjunto de actividades didácticas basadas en GeoGebra, diseñadas para favorecer la comprensión conceptual, la resolución de problemas y el desarrollo de estrategias cognitivas avanzadas. La recolección de datos se realizó mediante una entrevista dirigida al docente, aplicando un cuestionario validado por el método de juicio de expertos, asegurando la pertinencia y claridad de los ítems para medir aspectos relacionados con la participación estudiantil, el desempeño académico y la activación de habilidades de autorregulación y metacognición.

La población de estudio estuvo constituida por 15 estudiantes de Básica Superior de una institución pública, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando como criterios de inclusión: pertenecer al grupo de estudiantes de la asignatura de Matemática, haber participado en todas las actividades basadas en GeoGebra y contar con la autorización de los padres o tutores para participar en la investigación.

Los datos cuantitativos se obtuvieron de las calificaciones del grupo, mediante un análisis comparativo pretest-postest, lo que permitió evaluar de manera objetiva el progreso individual y grupal antes y después de la implementación de las actividades. Para cuantificar la efectividad de las estrategias implementadas, se calculó la ganancia normalizada de Hake, relacionando los resultados académicos con las percepciones del docente sobre autorregulación y procesos metacognitivos.

El análisis integró estadística descriptiva, incluyendo medias, desviaciones estándar y comparaciones pretest-postest, con un análisis cualitativo de contenido de las entrevistas, permitiendo combinar la información de manera complementaria. Este enfoque posibilitó identificar tanto los avances en desempeño académico como los cambios en la planificación, monitoreo y evaluación del propio aprendizaje de los estudiantes durante la resolución de

problemas matemáticos, evidenciando la contribución de GeoGebra como herramienta interactiva en el desarrollo de habilidades cognitivas superiores.

RESULTADOS

La información proporcionada por el docente evidencia que los estudiantes presentan dificultades significativas en la comprensión de conceptos abstractos y en la aplicación de procedimientos matemáticos, lo que limita su capacidad para resolver problemas de manera autónoma. Asimismo, se observa que la motivación y participación aumentan cuando se incorporan elementos visuales, prácticos o interactivos, lo que sugiere que los recursos dinámicos facilitan la vinculación entre teoría y práctica.

Tabla 2.

Resultados de la entrevista aplicada al docente

Pregunta	Respuesta del docente
1. ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan los estudiantes en matemáticas?	Dificultades para comprender conceptos abstractos y relacionar teoría con práctica.
2. ¿Qué estrategias utiliza para enseñar conceptos matemáticos complejos?	Explicaciones paso a paso, ejercicios guiados y ocasionalmente representaciones gráficas.
3. ¿Cómo describiría la motivación de los estudiantes en las clases de matemáticas?	Es variable; aumentan cuando se incluyen actividades prácticas o visuales.
4. ¿Ha utilizado herramientas digitales en sus clases?	Sí, algunas sesiones con software educativo y simulaciones gráficas.
5. ¿Cuál ha sido el impacto de estas herramientas en el aprendizaje?	Mejor comprensión de conceptos, mayor participación y autonomía en la resolución de problemas.
6. ¿Qué dificultades observa en la resolución de problemas por parte de los estudiantes?	Falta de planificación, errores por procedimientos incorrectos y poca reflexión sobre los resultados.
7. ¿Cómo fomenta la autorregulación en sus estudiantes?	Mediante la retroalimentación continua y promoviendo que planifiquen y revisen sus propios procedimientos.
8. ¿Qué importancia tiene la metacognición en sus clases de matemáticas?	Es fundamental; permite que los estudiantes reflexionen sobre sus estrategias y ajusten sus acciones.
9. ¿Considera que los recursos visuales y gráficos facilitan el aprendizaje?	Sí, ayudan a vincular teoría y práctica y a comprender conceptos abstractos.
10. ¿Qué aspectos considera clave para mejorar el aprendizaje de matemáticas?	Integración de estrategias innovadoras, experimentación, análisis de errores y formación docente en herramientas tecnológicas.

Nota. La tabla muestra los resultados de la entrevista aplicada al docente, 2026.

Las estrategias pedagógicas actuales, centradas principalmente en explicaciones guiadas y ejercicios tradicionales, muestran limitaciones para promover la autorregulación y los procesos metacognitivos, aspectos que, según el docente, son fundamentales para que los estudiantes reflexionen sobre sus procedimientos y ajusten sus acciones.

En este sentido, la interpretación de la entrevista indica que la integración de metodologías innovadoras y herramientas que fomenten la planificación, monitoreo y evaluación del aprendizaje puede contribuir de manera significativa a mejorar la comprensión matemática y el desarrollo de competencias cognitivas avanzadas en la Educación Básica Superior.

Procedimiento para aplicación de actividades con GeoGebra

La tabla 3 ofrece una guía práctica para que los docentes implementen GeoGebra en el aula, detallando pasos desde la planificación hasta la evaluación. Permite integrar actividades interactivas y reflexivas, promoviendo la comprensión matemática, la autorregulación y los procesos metacognitivos de los estudiantes.

Tabla 3.

Orientaciones dirigidas al docente

N°	Acción para el docente	Objetivo pedagógico
1	Definir el objetivo de la sesión y los conceptos matemáticos a trabajar	Garantizar que la actividad tenga un enfoque claro y específico, alineado con el currículo
2	Seleccionar la herramienta o tipo de representación en GeoGebra (gráfica, algebraica, geométrica, estadística)	Facilitar la visualización y exploración de los conceptos matemáticos correspondientes
3	Preparar ejemplos y ejercicios interactivos previos a la clase	Asegurar que los estudiantes puedan experimentar y manipular objetos matemáticos de manera guiada
4	Introducir GeoGebra a los estudiantes explicando su interfaz y funcionalidades básicas	Garantizar que todos los estudiantes comprendan cómo usar la herramienta antes de aplicarla a problemas
5	Plantear actividades prácticas, promoviendo la exploración y el análisis de resultados	Fomentar el aprendizaje activo, la experimentación y la conexión entre teoría y práctica
6	Supervisar la interacción de los estudiantes con el software, resolviendo dudas.	Promover la autorregulación y la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje
7	Proponer desafíos adicionales o variaciones de los ejercicios para estimular el pensamiento crítico	Incentivar la transferencia de conocimientos y la resolución de problemas complejos
8	Facilitar la retroalimentación individual o grupal y promover la discusión de resultados	Consolidar la comprensión conceptual y las habilidades metacognitivas
9	Realizar un cierre reflexivo donde los estudiantes evalúen su desempeño y estrategias	Fomentar la autorreflexión, la planificación y el monitoreo del aprendizaje
10	Registrar avances, observaciones y posibles ajustes para futuras sesiones	Mejorar la planificación docente y optimizar la implementación de GeoGebra en el aula

Nota. La tabla describe los pasos para implementar GeoGebra en el aula, promoviendo aprendizaje interactivo y desarrollo de habilidades metacognitivas.

Conjunto de actividades basadas en GeoGebra aplicadas al grupo de estudio

La tabla 4 presenta el conjunto de actividades basadas en GeoGebra aplicadas al grupo de estudio, detallando los objetivos específicos, la descripción de cada actividad y el propósito pedagógico asociado. Estas actividades fueron diseñadas para fomentar la experimentación y la reflexión, promoviendo la comprensión conceptual de los contenidos matemáticos y el desarrollo de habilidades de autorregulación y procesos metacognitivos. La organización sistemática de las actividades permite que los estudiantes se involucren activamente en su aprendizaje, relacionando teoría y práctica:

Tabla 4.

Actividades pedagógicas integrando GeoGebra

Actividad	Objetivo específico	Descripción	Habilidad desarrollada
Exploración de funciones lineales	Comprender la relación entre la ecuación de una función lineal y su representación gráfica	Los estudiantes ingresan ecuaciones lineales en GeoGebra, observan cómo varían pendiente e intersección y predicen cambios antes de verificarlos	Promueve aprendizaje activo, planificación y verificación de hipótesis (autorregulación y metacognición)

Efectos del uso de GeoGebra como herramienta interactiva en la autorregulación y los procesos metacognitivos durante la resolución de problemas matemáticos.

Resolución de problemas geométricos	de	Aplicar propiedades de figuras geométricas para resolver problemas de área y perímetro	Construyen triángulos, cuadriláteros y círculos en GeoGebra, modifican dimensiones y calculan resultados automáticamente	Facilita la visualización de conceptos abstractos y refuerza la relación entre representación gráfica y cálculo algebraico
Análisis de funciones cuadráticas	de	Identificar puntos clave de una parábola: vértice, eje de simetría, intersecciones	Crean parábolas en GeoGebra, identifican elementos y comprueban cómo los coeficientes afectan forma y posición	Desarrolla comprensión conceptual profunda y capacidad de comparar y ajustar estrategias de resolución
Modelado de situaciones reales	de	Interpretar problemas de la vida real mediante funciones y representaciones gráficas	Modelan escenarios como crecimiento poblacional o trayectorias de objetos, realizan predicciones y verifican resultados	Conecta la teoría matemática con contextos reales, promoviendo reflexión sobre procedimientos y toma de decisiones
Autoevaluación y reflexión		Fomentar la autorregulación y la metacognición	Los estudiantes revisan estrategias, identifican errores y registran hallazgos en guía de autoevaluación	Consolida aprendizaje significativo, promoviendo planificación, monitoreo y evaluación del propio desempeño

Nota. La tabla muestra las actividades planificadas y aplicadas al grupo de estudio.

La evaluación es una parte fundamental, por ello a continuación se presenta los criterios, indicadores y puntajes máximos utilizados para valorar cada una de las actividades basadas en GeoGebra aplicadas al grupo de estudio.

Tabla 5.

Evaluación de las actividades

Actividad	Criterio de evaluación	Indicador	Puntaje
Exploración de funciones lineales	Comprensión conceptual	Identifica correctamente pendiente e intersección y predice cambios en la gráfica	10
Resolución de problemas geométricos	Aplicación de procedimientos	Calcula áreas y perímetros correctamente, ajustando dimensiones según el problema	10
Análisis de funciones cuadráticas	Análisis y razonamiento	Identifica vértice, eje de simetría e intersecciones y explica efecto de coeficientes	10
Modelado de situaciones reales	Transferencia modelado	Construye modelos funcionales precisos y realiza predicciones verificables	10
Autoevaluación y reflexión	Autorregulación y metacognición	Registra estrategias, identifica errores y propone ajustes de manera reflexiva	10

Nota. La tabla muestra el proceso de evaluación de las actividades planteadas.

Esta estructura permite medir de manera objetiva la comprensión conceptual, la aplicación de procedimientos, el análisis y la reflexión de los estudiantes, así como el desarrollo de habilidades de autorregulación y procesos metacognitivos. Además, facilita al docente la identificación de áreas de mejora y el seguimiento del progreso individual y grupal, asegurando que la evaluación esté alineada con los objetivos pedagógicos planteados.

Ganancia de Hake

El análisis de las calificaciones muestra que, aunque la mayoría de los estudiantes inició con un nivel relativamente alto en el pretest (6–7 puntos), se evidenció un progreso generalizado en el postest, con calificaciones concentradas entre 7 y 9. Este desplazamiento indica que la intervención permitió consolidar los conocimientos previos y mejorar la comprensión de conceptos matemáticos complejos. Los casos individuales con incrementos más significativos reflejan que algunos estudiantes pudieron aprovechar mejor las estrategias implementadas, demostrando un aprendizaje más profundo y la capacidad de aplicar procedimientos de manera más autónoma.

Tabla 6.

Calificaciones pretest – postest y ganancia de Hake

Estudiante	Pretest	Postest	Ganancia de Hake (g)
1	6	7	0,33
2	6	7	0,33
3	7	8	0,33
4	6	7	0,33
5	7	8	0,33
6	6	8	0,50
7	5	7	0,50
8	6	7	0,33
9	7	8	0,33
10	6	9	0,75
11	6	8	0,50
12	6	9	0,75
13	7	9	0,67
14	8	9	0,50
15	6	8	0,50

Nota. La tabla muestra las calificaciones del grupo de estudio y el resultado de la ganancia de Hake.

Posteriormente, a partir de las ganancias individuales obtenidas, se calculó la ganancia media del grupo mediante el promedio aritmético de los valores de g , lo que permitió obtener una medida global del efecto de la intervención. Como resultado, se obtuvo una ganancia media de 0,46, valor que, según los criterios de interpretación de Hake, corresponde a una mejora moderada del aprendizaje.

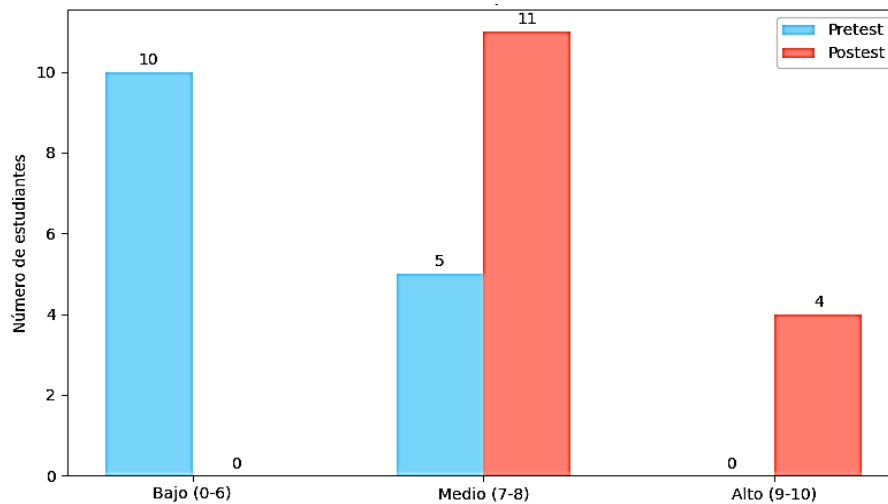
Este comportamiento resalta la importancia de seguir fomentando estrategias que fortalezcan la planificación, monitoreo y evaluación del propio aprendizaje, así como la reflexión sobre los procesos de resolución de problemas. La evidencia indica que, a pesar de contar con un nivel inicial adecuado, los estudiantes pudieron optimizar sus competencias matemáticas mediante la implementación de actividades estructuradas y recursos que estimulen la autorregulación y la metacognición.

Distribución de estudiantes por umbral de calificación

El gráfico de umbral evidencia cómo se distribuyen los estudiantes del grupo en diferentes rangos de calificación antes y después de la intervención. En el pretest, se observa que la mayoría de los estudiantes se concentraba en el rango Bajo (0–6), con unos pocos alcanzando el rango Medio (7–8) y solo un estudiante en el rango Alto (9–10). Esto indica que, aunque algunos estudiantes tenían un desempeño relativamente adecuado, la mayor parte del grupo presentaba necesidad de consolidar conocimientos y habilidades matemáticas básicas.

Figura 1.

Distribución de estudiantes por umbral de calificación



Nota: La tabla muestra la distribución de estudiantes según rangos de calificación, comparando los resultados del pretest y del posttest en relación con el umbral definido.

Tras la intervención, el posttest muestra un cambio significativo en la distribución: la mayoría de los estudiantes se ubica ahora en los rangos Medio (7–8) y Alto (9–10), mientras que el rango Bajo queda prácticamente vacío. Este desplazamiento refleja una mejora generalizada en el aprendizaje, evidenciando que las estrategias implementadas lograron fortalecer la comprensión conceptual y la capacidad de resolución de problemas.

La visualización de las cantidades sobre las barras permite apreciar de manera inmediata que un número considerable de estudiantes ascendió al rango medio y alto, consolidando aprendizajes previos y demostrando que la intervención tuvo un impacto positivo en el rendimiento grupal.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación de GeoGebra como herramienta didáctica interactiva incidió de manera significativa en el aprendizaje matemático de los estudiantes, tanto en el rendimiento académico como en el desarrollo de la autorregulación y los procesos metacognitivos durante la resolución de problemas. Este impacto resulta relevante si se considera que una de las principales dificultades en la enseñanza de las matemáticas radica en la escasa planificación, monitoreo y evaluación de los procedimientos por parte de los estudiantes, tal como se evidenció en la entrevista al docente y ha sido señalado por diversos autores.

El análisis cuantitativo muestra una ganancia media de Hake de 0,46, lo que representa una mejora moderada del aprendizaje. Este resultado es coherente con los hallazgos de Pumacallahi et al. (2021) y Carapas et al. (2025), quienes reportan incrementos similares al aplicar GeoGebra en contenidos geométricos y funcionales. Dichos autores sostienen que la manipulación dinámica de objetos matemáticos facilita la comprensión conceptual y reduce errores procedimentales, aspecto que se refleja en el desplazamiento de los estudiantes desde el umbral bajo hacia los rangos medio y alto en el posttest del presente estudio.

En el ámbito pedagógico, los resultados cualitativos evidencian que, antes de la intervención, los estudiantes mostraban dificultades para organizar estrategias de resolución, verificar procedimientos y reflexionar sobre los resultados obtenidos. Estas limitaciones coinciden con lo reportado por Sánchez y Borja (2022) y Medina et al. (2025), quienes identifican que el predominio de metodologías expositivas restringe el desarrollo de la autorregulación del aprendizaje. La implementación de actividades estructuradas con GeoGebra permitió revertir

parcialmente esta situación, promoviendo una participación más activa y un mayor control del propio proceso de aprendizaje.

Los resultados también guardan correspondencia con lo planteado por Coloma (2022), quienes afirman que el uso sistemático de herramientas digitales favorece la autogestión del aprendizaje al posibilitar la comparación de estrategias y la detección temprana de errores. En el presente estudio, las actividades de autoevaluación y reflexión facilitaron que los estudiantes revisaran sus procedimientos, ajustaran sus decisiones y asumieran un rol más consciente durante la resolución de problemas, fortaleciendo los procesos metacognitivos.

De igual manera, los hallazgos se alinean con las investigaciones de Romero et al. (2022) y Medina et al. (2025), quienes destacan que GeoGebra actúa como un mediador cognitivo que integra representaciones múltiples y favorece el razonamiento lógico-matemático. En este sentido, la mejora observada no responde únicamente al uso de un recurso tecnológico, sino a la integración pedagógica de la herramienta dentro de actividades orientadas a la exploración, el análisis y la reflexión sistemática.

No obstante, la variabilidad registrada en los valores individuales de la ganancia de Hake coincide con lo reportado por González (2024), quienes señalan que el impacto de GeoGebra depende de factores como los conocimientos previos, la frecuencia de uso y el acompañamiento docente. Este aspecto refuerza la necesidad de una planificación didáctica intencional, donde el docente oriente el uso de la herramienta hacia el desarrollo de habilidades cognitivas superiores y no únicamente hacia la obtención de resultados inmediatos.

En efecto, los resultados discutidos permiten afirmar que la integración pedagógica de GeoGebra contribuye al fortalecimiento del aprendizaje matemático de manera integral, al favorecer no solo el desempeño académico, sino también la autorregulación y la metacognición. Estos hallazgos coinciden con la literatura científica reciente y refuerzan la pertinencia de incorporar herramientas digitales interactivas como parte de estrategias didácticas orientadas a un aprendizaje autónomo, reflexivo y significativo en la Educación Básica Superior.

CONCLUSIONES

La integración pedagógica de GeoGebra en la enseñanza de las matemáticas favoreció una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes, evidenciada en el incremento de las calificaciones postest y en una ganancia media de Hake de 0,46, lo que demuestra su efectividad para consolidar conocimientos y fortalecer la comprensión de conceptos matemáticos complejos en la Educación Básica Superior.

El uso sistemático de actividades interactivas basadas en GeoGebra contribuyó al desarrollo de la autorregulación del aprendizaje, permitiendo que los estudiantes planificaran, monitorearan y evaluaran de manera más consciente sus procedimientos durante la resolución de problemas matemáticos, superando limitaciones asociadas a metodologías tradicionales centradas en la repetición de procedimientos.

La implementación de GeoGebra promovió el fortalecimiento de los procesos metacognitivos, al facilitar la reflexión sobre las estrategias empleadas, la identificación de errores y la toma de decisiones fundamentadas, lo que posiciona a esta herramienta como un recurso didáctico pertinente para fomentar un aprendizaje autónomo y reflexivo en contextos educativos que buscan mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio presentó algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, la investigación se desarrolló con una muestra reducida de 15 estudiantes pertenecientes a una sola institución educativa, seleccionados mediante muestreo no probabilístico, lo que limita la generalización de los hallazgos a otros contextos educativos. Asimismo, el diseño cuasi experimental con un solo grupo pretest-postest no

permitió contar con un grupo de control, lo que restringe la posibilidad de atribuir de manera exclusiva los cambios observados al uso de GeoGebra. Adicionalmente, el tiempo de intervención fue relativamente corto, lo que pudo influir en la magnitud de los efectos obtenidos, especialmente en el desarrollo sostenido de la autorregulación y los procesos metacognitivos. Finalmente, la evaluación de estos procesos se apoyó parcialmente en la percepción del docente, lo que puede incorporar cierto grado de subjetividad en la interpretación de los resultados.

ESTUDIOS FUTUROS

A partir de los resultados obtenidos, se sugiere que futuras investigaciones amplíen el tamaño de la muestra e incluyan diversas instituciones educativas, tanto públicas como privadas, con el fin de fortalecer la validez externa de los hallazgos. Asimismo, sería pertinente implementar diseños experimentales con grupo de control para contrastar de manera más precisa el impacto del uso de GeoGebra frente a metodologías tradicionales. Se recomienda también extender el período de intervención para analizar los efectos a largo plazo en la autorregulación y la metacognición, así como incorporar instrumentos específicos de medición validados para estas variables. Finalmente, futuras líneas de investigación podrían explorar el impacto de GeoGebra en otros contenidos matemáticos y niveles educativos, así como analizar el rol del acompañamiento docente en la efectividad de las herramientas digitales interactivas.

RECONOCIMIENTO

Las autoras expresan su agradecimiento a la institución educativa participante, a los estudiantes y al docente de Matemática que colaboraron activamente en el desarrollo de la investigación, facilitando la aplicación de las actividades y la recolección de la información. Asimismo, se reconoce el apoyo académico brindado por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que permitió el desarrollo y consolidación del presente estudio.

CONTRIBUCIÓN DE LOS COAUTORES

Gabriela Alejandra Robayo Torres: contribuyó en la conceptualización del estudio, el diseño metodológico, la recolección y análisis de los datos, así como en la redacción del manuscrito.

Fernanda Raquel Guamán Rivera: participó en la revisión del marco teórico, el diseño de las actividades pedagógicas basadas en GeoGebra y la interpretación de los resultados.

Micaela Janneth Lupercio Cobaña: colaboró en la validación de instrumentos, el análisis de resultados, la discusión y la revisión crítica del artículo.

REFERENCIAS

- Acaro, O. (2021). *El Geogebra en la enseñanza de la Matemática en el Instituto Andrés Bello*. Tesis de posgrado: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e871ca3a-e586-4c68-ac05-90f7f09c518c/content>
- Alcivar, E., Zambrano, K., Párraga, L., Mendoza, K., & Zambrano, Y. (2019). Software educativo GeoGebra. Propuesta de estrategia metodológica para mejorar el aprendizaje de las Matemáticas. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 23(95), 59-65. Obtenido de https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=GucmxIUA AAJ&citation_for_view=GucmxIUAAAJ:IjCSPb-OGe4C
- Arteaga, E., Medina, J., & Sol, L. (2019). El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Revista Conrado*, 15(70). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500102

- Auccahuallpa, R., Troya, R., & Rodríguez, D. (2022). Beneficios del uso de GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Universidad, aprendizajes y retos de los objetivos del desarrollo sostenibl*, 1(1), 267-273. Obtenido de <https://repositorio.unae.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dc46c40a-54b7-494b-b51b-3188541510da/content>
- Avecilla, F., Barrera, O., Vaca, B., & Hidalgo, B. (2015). GeoGebra para la enseñanza de la matemática y su proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática: Nivel secundario. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, 28(5), 121-132. Obtenido de <https://alumnieditora.com/index.php/ojs/es/article/view/263>
- Bravo, L., & Panamá, G. (2025). GeoGebra en la Enseñanza-Aprendizaje de las Cónicas. *Revista Scientific*, 9(32), 298-320. doi:<https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.32.14.298-319>
- Carapas, A., Anrango, M., Morales, M., Vaca, M., & Pico, K. (2025). Impacto del GeoGebra como recurso didáctico en el aprendizaje de la función cuadrática, para estudiantes de bachillerato. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 6(3), 2223 – 2233. doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4106>
- Cenas, F., Gamboa, L., Blaz, F., & Castro, W. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(18), 382-390. . doi:<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.181>
- Coloma, J. (2022). *Aplicación de GeoGebra como una herramienta didáctica para la enseñanza de rectas y puntos notables de un triángulo con los estudiantes de Noveno Año de Educación General Básica Superior de la Unidad Educativa Municipal "Eugenio Espejo" en el año lectivo*. Tesis de maestría: Universidad del Ecuador.
- Coronado, I., Martínez, D., & Vilcapoma, N. (2025). El software GeoGebra como herramienta técnica en la enseñanza universitaria de matemáticas. *Revista INVecom*, 5(4), 1-9. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.15114455>
- Fernández, C., & Guachun, F. (2021). GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de vectores y sus operaciones. 1(1), 93-105. Obtenido de <https://repositorio.unae.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ec7c4e64-6674-48fa-a02c-acf20dac9bc8/content>
- Fuentes, C. (2024). *Diseño de una guía metodológica utilizando GeoGebra para el proceso de enseñanza-aprendizaje de vectores por parte de los docentes del área de Matemáticas de la Unidad Educativa Juan Montalvo*. Tesis de posgrado: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/84235f71-f612-482a-ad07-413c95ebc322/content>
- García, J. (2023). *GeoGebra y el aprendizaje significativo en matemáticas de los estudiantes de décimo año de educación general básica*. Tesis de grado: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/30b5cc6a-5002-4d30-93d7-e027eacf39be/content>
- González, F. (2024). *Explorando las matemáticas con Geogebra: una herramienta que potencia el aprendizaje de los estudiantes de décimo año de educación básica*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11244>
- Medina, I., Millingalli, A., Guamán, H., & Pozo, F. (2025). El impacto del uso de GeoGebra en el aprendizaje de contenidos matemáticos en la educación básica superior: una revisión bibliográfica:. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*, 18(27). Obtenido de <https://mlaj-revista.org/index.php/journal/article/view/130>

- Morel, K., & Jiménez, F. (2025). Integración de GeoGebra como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática: Nivel secundario. *Revista Latinoamericana De Calidad Educativa*, 2(3), 294-307. doi:<https://doi.org/10.70625/rfce/263>
- Ordoñez, K., Molina, M., & Ordoñez, J. (2022). Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender matemáticas. *RECIAMUC*, 6(1), 182-192. Obtenido de <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/776>
- Párraga, J., & Párraga, O. (2025). Aplicación didáctica de GeoGebra para el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes. *Arandu UTIC*, 12(1), 169-185. doi:<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.592>
- Pumacallahui, E., Acuña, C., & Calcina, D. (2021). Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de la región de Madre de Dios. *Educación matemática*, 33(2), 245-273. doi:<https://doi.org/10.24844/em3302.10>
- Quevedo, J., & Cedeño, F. (2022). Estrategia Metodológica basada en el Aprendizaje Cooperativo y GeoGebra para la enseñanza-aprendizaje de vectores a estudiantes de primero de bachillerato. *Fundamentos Metodológicos. Dominio de las Ciencias*, 8(2), 98-117. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2636>
- Romero, J., Romero, J., Contreras, R., Reyes, R., Barboza, L., & Romero, R. (2022). Uso del GeoGebra como estrategia de aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones. *Revista de Educación Mediática y TIC*, 11(1), 1-19. doi:<https://doi.org/10.21071/edmetic.v11i1.13345>
- Sánchez, R., & Borja, A. (2022). Geogebra en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de las Matemáticas. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), 33-52. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2737>