



DOI: [https://doi.org/ 10.23857/dc.v11i1.4305](https://doi.org/10.23857/dc.v11i1.4305)

Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

GeoGebra en el Desarrollo de Habilidades Matemáticas en estudiantes de 6to grado de Educación General Básica.

GeoGebra in the Development of Mathematical Skills in 6th Grade Students of Basic General Education

GeoGebra no Desenvolvimento de Habilidades Matemáticas em Alunos do 6º Ano do Ensino Básico Geral

Carlos Armando Ochog-Charco ^I

caochog@ube.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-2635-5401>

Leonardo Enrique Ochog-Charco ^{II}

leochohc@ube.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-9996-5671>

María Gabriela Jurado-Martínez ^{III}

mjguradom@ube.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-3383-772X>

Welliton Isaac Malisa-Cruz ^{IV}

wimalizac@ube.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-1426-583X>

Correspondencia: caochog@ube.edu.ec

***Recibido:** 27 de Enero de 2025 ***Aceptado:** 23 de Febrero de 2025 *** Publicado:** 20 de Marzo de 2025

- I. Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE)
- II. Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE)
- III. Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE)
- IV. Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE)

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la herramienta GeoGebra en el aprendizaje de los estudiantes de sexto grado en el tema del plano cartesiano. Para ello, se aplicó un diseño cuasi-experimental con un grupo de 20 estudiantes, utilizando una prueba diagnóstica (pretest) y una prueba posterior a la intervención pedagógica (posttest). Se empleó el software estadístico Jamovi para realizar el análisis de los datos, incluyendo la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba t de Student para muestras pareadas. Los resultados obtenidos mostraron una mejora significativa en las puntuaciones de los estudiantes, con una media del pretest de 5.4 y una media del posttest de 7.4. Esto demuestra que la herramienta GeoGebra tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los conceptos matemáticos relacionados con el plano cartesiano. Los hallazgos sugieren que el uso de herramientas tecnológicas interactivas, como GeoGebra, puede potenciar la comprensión de conceptos abstractos, aumentando el interés y desempeño de los estudiantes en las matemáticas.

Palabras clave: GeoGebra; Innovación; Pedagogía.

Abstract

The present study aimed to evaluate the impact of the GeoGebra tool on sixth-grade students' learning of the Cartesian plane. A quasi-experimental design was applied with a group of 20 students, using a diagnostic test (pretest) and a posttest after the pedagogical intervention. Jamovi statistical software was used to analyze the data, including the Shapiro-Wilk normality test and the Student t-test for paired samples. The results showed a significant improvement in student scores, with a mean pretest score of 5.4 and a mean posttest score of 7.4. This demonstrates that the GeoGebra tool has a positive impact on the learning of mathematical concepts related to the Cartesian plane. The findings suggest that the use of interactive technological tools, such as GeoGebra, can enhance the understanding of abstract concepts, increasing students' interest and performance in mathematics.

Keywords: GeoGebra; Innovation; Pedagogy..

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto da ferramenta GeoGebra na aprendizagem do plano cartesiano em alunos do sexto ano do ensino fundamental. Para tanto, foi aplicado um

delineamento quase experimental com um grupo de 20 alunos, utilizando um teste diagnóstico (pré-teste) e um teste posterior à intervenção pedagógica (pós-teste). O software estatístico Jamovi foi usado para realizar a análise de dados, incluindo o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e o teste t de Student para amostras pareadas. Os resultados obtidos mostraram uma melhora significativa nas notas dos alunos, com média pré-teste de 5,4 e pós-teste de 7,4. Isso demonstra que a ferramenta GeoGebra tem um impacto positivo na aprendizagem de conceitos matemáticos relacionados ao plano cartesiano. Os resultados sugerem que o uso de ferramentas tecnológicas interativas, como o GeoGebra, pode melhorar a compreensão de conceitos abstratos, aumentando o interesse e o desempenho dos alunos em matemática.

Palavras-chave: GeoGebra; Inovação; Pedagogia.

Introducción

La educación es un pilar fundamental para el desarrollo social y cognitivo de los individuos, ya que permite la adquisición de habilidades y valores esenciales para su integración en la sociedad (Calderón, 2024). Dentro del currículo escolar, la matemática desempeña un papel clave al fomentar el pensamiento lógico, la abstracción y la resolución de problemas. Sin embargo, la enseñanza de esta disciplina enfrenta diversos desafíos, especialmente en la comprensión de conceptos fundamentales como el plano cartesiano. Evaluaciones internacionales han evidenciado dificultades persistentes en los estudiantes para comprender y aplicar principios matemáticos, lo que limita el desarrollo del razonamiento lógico, la capacidad de abstracción y el fortalecimiento de habilidades matemáticas esenciales para su formación integral (del Rocío Guerra, 2024). Este problema se agrava debido a metodologías tradicionales que priorizan la memorización sobre la construcción activa del conocimiento, generando desmotivación y dificultades en la asimilación de contenidos clave.

En Ecuador, los bajos resultados en pruebas estandarizadas reflejan las dificultades en la enseñanza de la matemática, en particular en la comprensión del plano cartesiano (Webster et al., 2019). En sexto grado, muchos estudiantes presentan problemas para ubicar puntos y comprender relaciones espaciales, lo que afecta su rendimiento académico y su capacidad para abordar conceptos más complejos. La enseñanza tradicional, basada en explicaciones abstractas y descontextualizadas, ha demostrado ser insuficiente para generar un aprendizaje significativo (Sarango et al., 2025). Además, la falta de recursos didácticos dinámicos limita la posibilidad de una enseñanza más efectiva e

interactiva, resaltando la necesidad de reformular las estrategias pedagógicas para mejorar la comprensión de estos conceptos y, con ello, el desarrollo de habilidades matemáticas fundamentales.

La justificación de esta investigación radica en la necesidad de fortalecer la enseñanza del plano cartesiano mediante enfoques didácticos innovadores que permitan mejorar tanto la comprensión conceptual como el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes de sexto grado. Las metodologías tradicionales han generado barreras en el aprendizaje, afectando la construcción del pensamiento lógico-espacial y el desempeño académico. Por ello, este estudio propone la implementación de una estrategia pedagógica basada en el uso de herramientas tecnológicas interactivas, como GeoGebra, que favorezcan la visualización dinámica y la manipulación de conceptos matemáticos. Esta intervención pedagógica es crucial para garantizar que los estudiantes adquieran bases sólidas en la matemática, promoviendo un aprendizaje significativo y alineado con los principios de la educación basada en competencias.

A partir de esta problemática, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la implementación de herramientas tecnológicas interactivas puede mejorar la comprensión del plano cartesiano y el desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes de sexto grado de educación básica? Para responder a esta interrogante, se plantea como objetivo general evaluar la incidencia del uso de recursos tecnológicos en la comprensión del plano cartesiano y en el desarrollo de habilidades matemáticas, tales como el razonamiento lógico, la visualización espacial y la resolución de problemas. Para ello, se establecen los siguientes objetivos específicos:

Identificar las principales dificultades que enfrentan los estudiantes en la asimilación del plano cartesiano y su impacto en el desarrollo de habilidades matemáticas.

Diseñar e implementar una estrategia didáctica basada en herramientas tecnológicas interactivas para fortalecer la comprensión del plano cartesiano y las habilidades matemáticas asociadas.

Analizar los resultados obtenidos tras la aplicación de la estrategia para determinar su impacto en el rendimiento académico y en el desarrollo del pensamiento lógico-espacial.

Estos objetivos guían el desarrollo del estudio, estructurando una intervención pedagógica fundamentada en la innovación educativa y en la integración de tecnologías para la enseñanza de la matemática.

Desde una perspectiva teórica, esta investigación se sustenta en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1968), la cual enfatiza la importancia de conectar los nuevos conocimientos con los previos del estudiante, promoviendo una comprensión profunda en lugar de la simple memorización. En el contexto de la enseñanza matemática, esta teoría resalta la necesidad de estructurar los contenidos de manera que los estudiantes puedan asociarlos con conocimientos previos, lo que facilita su retención y aplicación. En este sentido, herramientas tecnológicas como GeoGebra favorecen este enfoque, ya que permiten la interacción con representaciones visuales y la experimentación con conceptos matemáticos de manera dinámica y contextualizada.

La enseñanza de la matemática va más allá de la transmisión mecánica de procedimientos y fórmulas; se centra en la construcción de una comprensión profunda de los conceptos fundamentales que la componen (Hernández, 2023). No obstante, la naturaleza abstracta de esta disciplina representa un desafío para muchos estudiantes, especialmente cuando los contenidos se presentan sin conexión con situaciones reales. En este contexto, el uso de estrategias pedagógicas activas resulta esencial para mejorar el aprendizaje, ya que fomenta la participación del estudiante y el desarrollo del pensamiento crítico (Párraga, 2024). A través de la exploración y la manipulación de conceptos matemáticos en entornos interactivos, los estudiantes pueden fortalecer sus habilidades de razonamiento lógico y visualización espacial.

El plano cartesiano es una herramienta clave en la enseñanza de la matemática, ya que facilita la representación visual de la relación entre dos variables numéricas y permite comprender conceptos abstractos de manera más accesible. Creado por Descartes (1637), este sistema de coordenadas es fundamental en diversas ramas de la matemática, como la geometría, el álgebra, el cálculo y la trigonometría, además de tener aplicaciones prácticas en disciplinas como la ingeniería, la arquitectura y la informática. Su enseñanza efectiva requiere enfoques que permitan a los estudiantes visualizar y manipular representaciones gráficas de manera interactiva, promoviendo una comprensión más profunda y significativa.

En este sentido, la enseñanza del plano cartesiano no solo facilita la adquisición de conocimientos matemáticos, sino que también fortalece habilidades esenciales como la resolución de problemas, el pensamiento lógico y la visualización espacial, competencias fundamentales en la educación actual (Muñoz, 2023; del Rocío Macas et al., 2024). La integración de herramientas tecnológicas como GeoGebra permite una interacción más dinámica con los contenidos, mejorando la comprensión de

los estudiantes y ampliando las posibilidades de aplicación en contextos más complejos. La educación innovadora responde así a las necesidades de una sociedad en constante cambio, superando las limitaciones de los métodos tradicionales. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han revolucionado el proceso de enseñanza-aprendizaje al proporcionar recursos interactivos que facilitan la comprensión, la personalización del aprendizaje y el desarrollo de competencias clave para la era digital.

En conclusión, esta investigación busca contribuir a la mejora del aprendizaje del plano cartesiano y al desarrollo de habilidades matemáticas mediante la integración de estrategias didácticas innovadoras basadas en tecnología educativa. Los hallazgos permitirán evaluar la efectividad de GeoGebra como herramienta para la enseñanza de la matemática, proporcionando evidencia sobre su impacto en el rendimiento académico y en la motivación de los estudiantes. Asimismo, los resultados podrán servir como referencia para futuras investigaciones y para la implementación de metodologías más dinámicas y efectivas en la enseñanza de la matemática en niveles educativos básicos.

Materiales y métodos

La presente investigación adopta un enfoque cuasi-experimental con un diseño mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos, con el objetivo de caracterizar la problemática del aprendizaje del plano cartesiano en estudiantes de sexto grado, así como evaluar el impacto de una intervención pedagógica apoyada en herramientas tecnológicas. Este enfoque permite examinar detalladamente la situación inicial de los estudiantes, la implementación del recurso didáctico y los cambios observados tras su aplicación. La parte cuantitativa se centra en medir el rendimiento académico de los estudiantes mediante pruebas estandarizadas, mientras que la cualitativa ofrece una comprensión más profunda de las percepciones y actitudes de los estudiantes hacia la matemática y el uso de TIC en el aula.

Para la recolección de datos, se emplearon diversos instrumentos que facilitaron tanto la identificación del problema como la evaluación de la intervención pedagógica. En primer lugar, se administró una prueba diagnóstica (pre-test) para evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes sobre el plano cartesiano. Después de aplicar la estrategia pedagógica basada en la herramienta tecnológica GeoGebra, se realizó una prueba final (post-test) para medir el progreso en el desempeño de los participantes. Además, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada con los estudiantes para conocer sus percepciones sobre el aprendizaje de la matemática y su disposición hacia el uso de

GeoGebra en el Desarrollo de Habilidades Matemáticas en estudiantes de 6to grado de Educación General Básica

metodologías innovadoras que incorporan herramientas digitales. Los datos cualitativos obtenidos a través de estas entrevistas permitieron analizar los factores que podrían influir en el rendimiento académico y las posibles mejoras derivadas de la intervención.

La prueba diagnóstica se aplicó a los estudiantes de sexto grado con el fin de evaluar sus conocimientos previos sobre el plano cartesiano. Se diseñó un instrumento de evaluación compuesto por 10 puntos, enfocados en temas esenciales como la localización de puntos dentro del sistema de coordenadas rectangulares. Esta prueba se basa en la destreza M.3.1.2., que mide la capacidad de los estudiantes para leer y ubicar pares ordenados en el sistema de coordenadas utilizando números naturales, decimales y fracciones. Además, está alineada con el indicador de logro I.M.3.6.1., que busca que los estudiantes sean capaces de explicar situaciones cotidianas relacionadas con la localización de lugares y magnitudes, usando representaciones gráficas cartesianas. A continuación, en la Tabla 1 se detallan las preguntas de la prueba, junto con el puntaje asignado a cada una y la justificación de su inclusión en la evaluación.

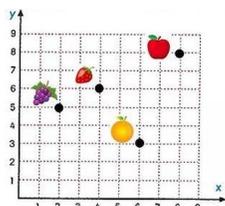
Tabla 1

Evaluación diagnóstica

Preguntas	Puntaje	Justificación
1 ¿Qué es un plano cartesiano y cuáles son sus elementos principales?	2 puntos	Evalúa el conocimiento conceptual sobre el tema, permitiendo verificar si el estudiante reconoce la estructura del sistema de coordenadas.
2 Explica con tus palabras qué representan las coordenadas (x, y) de un punto.	2 puntos	Permite evaluar la comprensión del concepto de pares ordenados y su función dentro del sistema de coordenadas.
3 Ubica los siguientes puntos en el plano cartesiano: (3,4), (2,5) y (6,1).	2 puntos	Mide la capacidad del estudiante para interpretar y graficar pares ordenados en el sistema de coordenadas.

GeoGebra en el Desarrollo de Habilidades Matemáticas en estudiantes de 6to grado de Educación General Básica

- | | |
|--|--|
| <p>4 Dibuja un rectángulo en el plano cartesiano utilizando diferentes puntos.</p> | <p>2 puntos Evalúa la habilidad del estudiante para conectar puntos en un gráfico cartesiano y reconocer formas geométricas.</p> |
| <p>5 Observa el gráfico y responde: ¿cuál es la coordenada del punto más alto?</p> | <p>2 puntos Verifica la capacidad de los estudiantes para analizar gráficas y extraer información de ellas.</p> |



Nota: Pretest

Tras la aplicación de la prueba diagnóstica a los 20 estudiantes de sexto grado, se analizaron los resultados obtenidos. Se identificó que 12 estudiantes (60%) obtuvieron calificaciones inferiores a 7, lo que evidencia dificultades significativas en la comprensión y aplicación del concepto de plano cartesiano. Por otro lado, 5 estudiantes (25%) lograron calificaciones entre 7 y 9, lo que indica un dominio parcial del tema, mientras que solo 3 estudiantes (15%) alcanzaron calificaciones entre 9 y 10, demostrando un conocimiento sólido en la identificación y representación de coordenadas en el plano cartesiano. Estos resultados reflejan la necesidad de reforzar el aprendizaje a través de estrategias más dinámicas e innovadoras, ya que la mayoría de los estudiantes no han adquirido con suficiencia las competencias esperadas en esta destreza. Con el propósito de profundizar en estos hallazgos y comprender las percepciones de los estudiantes respecto a la enseñanza de la matemática, se aplicó una encuesta estructurada como se puede observar en la Tabla 2. La encuesta se diseñó con el objetivo de explorar las preferencias de los estudiantes en cuanto a metodologías de aprendizaje y su disposición hacia herramientas tecnológicas en la enseñanza de la matemática. Se incluyeron cinco preguntas clave para determinar su nivel de interés en la asignatura, las dificultades percibidas en el aprendizaje del plano cartesiano, su experiencia con estrategias tradicionales, su percepción sobre el uso de herramientas digitales y su disposición a emplearlas en su proceso de aprendizaje. La siguiente tabla presenta las preguntas formuladas y la escala de valoración utilizada:

Tabla 2

Encuestas estudiantes

Pregunta	Escala de valoración
1 Me gusta la matemática y disfruto aprender sobre el plano cartesiano.	Escala de Likert de 1 a 5
2 Siento que la forma en la que se enseña matemática en clase es interesante y fácil de entender.	Escala de Likert de 1 a 5
3 Considero que la enseñanza de matemática en mi escuela es tradicional y poco dinámica.	Escala de Likert de 1 a 5
4 Me gustaría aprender matemáticas utilizando herramientas tecnológicas como computadoras o aplicaciones interactivas.	Escala de Likert de 1 a 5
5 Creo que el uso de TICs puede ayudarme a comprender mejor los temas matemáticos.	Escala de Likert de 1 a 5

Nota: La escala de valoración mide el nivel de acuerdo de los estudiantes, de 1 ("Muy en desacuerdo") a 5 ("Muy de acuerdo").

La primera pregunta arrojó que solo el 25% de los estudiantes está de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación, mientras que un 55% se encuentra en desacuerdo o muy en desacuerdo. En la segunda pregunta, un 65% de los encuestados expresó desacuerdo o neutralidad, mientras que solo un 20% la considera atractiva.

En la tercera pregunta, un 70% de los estudiantes indicó que nunca o rara vez ha utilizado herramientas tecnológicas, mientras que solo un 25% tuvo alguna experiencia con estas. En la cuarta pregunta, un 55% de los estudiantes se mostró de acuerdo o muy de acuerdo con la idea de aprender matemáticas usando TIC, mientras que solo un 25% estuvo en desacuerdo. Finalmente, la quinta pregunta mostró que un 70% cree que el uso de TIC mejoraría su comprensión en matemática, mientras que solo un 15% mostró desacuerdo.

Propuesta

Objetivo de la Propuesta

Implementar una estrategia didáctica basada en el uso de GeoGebra para la enseñanza del plano cartesiano en estudiantes de sexto de básica, con el fin de mejorar la comprensión conceptual y su aplicación en problemas matemáticos.

Justificación

La enseñanza de la matemática en el nivel básico enfrenta dificultades debido a metodologías tradicionales que limitan la motivación y la comprensión de los estudiantes. A partir del diagnóstico realizado, se evidencia que la mayoría de los alumnos perciben la enseñanza de la matemática como poco dinámica y expresan interés en el uso de herramientas digitales. En este sentido, la integración de GeoGebra como recurso didáctico busca transformar el aprendizaje del plano cartesiano, permitiendo una exploración visual e interactiva de los conceptos. Además, esta propuesta se encuentra alineada con la destreza M.3.1.2 y responde al indicador I.M.3.6.1. La implementación de GeoGebra facilitará la apropiación del conocimiento y su aplicación en contextos cotidianos, promoviendo un aprendizaje significativo.

Metodología de Implementación

La propuesta se llevará a cabo en tres sesiones de clase, cada una estructurada bajo un enfoque activo y participativo. Se empleará una metodología mixta, combinando la enseñanza expositiva con actividades prácticas en GeoGebra. Se utilizará una evaluación inicial y final para medir el impacto de la estrategia en la comprensión del plano cartesiano.

Sesión 1: Introducción al plano cartesiano

- Objetivo: Comprender el plano cartesiano y la ubicación de puntos.
- Actividades: Aplicación de la actividad 1 y 2.
- Evaluación: Reflexión sobre la ubicación de los puntos.

Sesión 2: Aplicación de coordenadas

- Objetivo: Aplicar la ubicación de puntos en ejercicios prácticos.
- Actividades: Aplicación de la actividad 3.
- Evaluación: Evaluación de aciertos en la ubicación de puntos.

Sesión 3: Representación gráfica

- Objetivo: Dibujar figuras en el plano cartesiano. Actividades: Aplicación de la actividad 4 y 5.
- Evaluación: Evaluación de precisión en la representación gráfica.

TABLA 3

Actividades propuestas en GeoGebra

GeoGebra en el Desarrollo de Habilidades Matemáticas en estudiantes de 6to grado de Educación General Básica

Actividad	Objetivo	Pregunta	Metodología	Evaluación
Introducción al plano cartesiano	Introducir a los estudiantes el concepto de plano cartesiano y su estructura.	¿Qué es el plano cartesiano?	Proyección de un video explicativo sobre el plano cartesiano, seguida de una discusión grupal.	Reflexión grupal y participación activa.
Identificación de puntos en el plano	Ayudar a los estudiantes a identificar puntos en el plano cartesiano y entender su ubicación.	¿Qué puntos representan las coordenadas?	Actividad práctica en la que los estudiantes deben identificar y marcar puntos en un gráfico.	Revisión de los puntos marcados correctamente.
Creación y análisis de figuras geométricas	Fomentar la habilidad de los estudiantes de dibujar figuras geométricas en el plano cartesiano.	¿Cómo se ubican los puntos en el plano cartesiano?	Los estudiantes deben ubicar puntos en el plano cartesiano para crear un rectángulo.	Observación del gráfico creado y discusión sobre la correcta ubicación de los puntos.
Observación de gráficos y análisis	Fomentar el análisis de gráficos cartesianos y la interpretación de los datos representados.	¿Cómo se interpreta un gráfico cartesiano?	Análisis de diferentes gráficos cartesianos en grupos pequeños para identificar patrones y relaciones.	Análisis y respuestas a preguntas sobre el gráfico.

Reflexión	final	Evaluar	¿Cómo se	Discusión final en clase	Reflexión escrita o
sobre	el	el	aplica	sobre cómo el plano	exposición grupal
aprendizaje		entendimiento	el plano	cartesiano se utiliza	ensobre el aprendizaje.
		general del	plano	cartesiano en las	situaciones cotidianas.
		cartesiano y	vida		
		su	cotidiana?		
		aplicación			
		en			
		situaciones			
		cotidianas.			

Nota: Elaboración propia, basado en las actividades diseñadas para el aprendizaje del plano cartesiano.

Validación de propuesta

Para garantizar la pertinencia y viabilidad de la propuesta, se utilizó la V de Aiken, con la participación de 12 especialistas en el ámbito educativo y tecnológico. Todos los especialistas contaban con un mínimo de tres años de experiencia en sus respectivas áreas. De ellos, la mayoría poseía una maestría, algunos tenían una licenciatura en educación, y dos de los especialistas estaban formados en informática. Por razones éticas, se mantuvo el anonimato de los evaluadores durante todo el proceso. La evaluación se realizó en una escala del 1 al 5, donde el 1 representaba "Totalmente en desacuerdo", el 3 "Neutral", y el 5 "Totalmente de acuerdo". El valor de la V de Aiken se calculó con un máximo de 1, y se estableció como mínimo para considerar la validez de los ítems un valor de 0.75.

Criterios evaluados:

1. Diseño e implementación de la plataforma:

- Se evaluó si el diseño de la plataforma era adecuado para el aprendizaje interactivo, si permitía una adecuada visualización de los conceptos matemáticos, y si el diseño general era funcional. El ítem obtuvo una puntuación promedio de 0.92, lo que indica un alto nivel de acuerdo entre los expertos sobre la calidad del diseño.

2. Accesibilidad y usabilidad:

- Se valoró la facilidad de uso de la plataforma, la accesibilidad para los estudiantes y si el diseño era intuitivo para los usuarios sin experiencia tecnológica avanzada. La puntuación fue de 0.87, sugiriendo que la plataforma es accesible y fácil de usar para los estudiantes, aunque podrían realizarse algunas mejoras menores.

3. Relevancia y adecuación del contenido:

- Se evaluó si el contenido relacionado con el plano cartesiano estaba bien contextualizado, si las actividades eran pertinentes y alineadas con los objetivos pedagógicos propuestos. obtuvo una puntuación de 0.96, lo que muestra que el contenido fue considerado altamente relevante y adecuado para el objetivo de la intervención educativa.

4. Interactividad y motivación:

- Se observó si las herramientas interactivas fomentaban la participación activa de los estudiantes y si motivaban a los estudiantes a aprender de manera más dinámica. Este criterio obtuvo una puntuación de 0.94, lo que indica que la plataforma tiene un buen nivel de interactividad y es efectiva para mantener la motivación de los estudiantes.

Los resultados obtenidos a partir de la V de Aiken indican que la propuesta es válida y pertinente, con puntuaciones superiores a 0.75 en todos los criterios evaluados. Esto demuestra que los especialistas consideran que el diseño, la accesibilidad, la relevancia del contenido y la interactividad de la plataforma son adecuados para su implementación en el contexto educativo. La validez de la propuesta, con un valor superior a 0.75 en cada uno de los criterios, sugiere que la herramienta tiene el potencial de ser una intervención eficaz para el aprendizaje de los estudiantes en el tema del plano cartesiano.

Resultados

Tras la aplicación de la estrategia innovadora utilizando la herramienta tecnológica GeoGebra para enseñar el plano cartesiano, se volvió a aplicar la misma evaluación a los 20 estudiantes de sexto grado. Los resultados obtenidos en esta segunda evaluación reflejan una mejora significativa en comparación con el diagnóstico inicial. En primer lugar, solo 3 estudiantes (15%) obtuvieron calificaciones inferiores a 7, lo que demuestra que la mayoría de los estudiantes superaron las

dificultades previas y lograron comprender mejor el concepto del plano cartesiano mediante el uso de la herramienta.

Por otro lado, 9 estudiantes (45%) lograron calificaciones entre 7 y 8, lo que indica un dominio intermedio y una mejor capacidad para representar las coordenadas en el plano cartesiano. Este cambio es significativo, ya que muestra una progresión clara en su comprensión del tema. Finalmente, 8 estudiantes (40%) alcanzaron calificaciones entre 9 y 10, lo que demuestra un dominio avanzado y una habilidad destacada para identificar y representar puntos en el plano cartesiano, gracias a las actividades interactivas ofrecidas por GeoGebra.

Con el objetivo de evaluar el impacto de la herramienta GeoGebra en el aprendizaje de los estudiantes, se planteó una hipótesis inicial que sostenía que los puntajes obtenidos en el pretest (medida 1), realizado antes de la implementación de la herramienta, mejorarían significativamente en el posttest (medida 2), realizado tras la intervención pedagógica. La hipótesis fue sustentada por la premisa de que el uso de GeoGebra facilitaría la comprensión de los conceptos del plano cartesiano, promoviendo una mayor capacidad de los estudiantes para identificar, ubicar y representar coordenadas en el plano, y que ello se reflejaría en un aumento en los puntajes en el posttest.

Para validar esta hipótesis, se utilizó el software estadístico Jamovi, lo que permitió realizar un análisis exhaustivo de los datos recolectados. En primer lugar, se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para determinar si los datos seguían una distribución normal. Los resultados obtenidos indicaron un valor de $p = 0.122$, el cual es superior al umbral de significancia de 0.05. Esto sugiere que los datos no rechazan la hipótesis nula, lo que implica que las diferencias entre los puntajes del pretest y el posttest siguen una distribución normal. Dado que se cumplió con el supuesto de normalidad, se seleccionó el análisis paramétrico adecuado, permitiendo realizar la prueba t de Student para muestras relacionadas y así garantizar la validez de los resultados obtenidos, tal como se puede evidenciar en la Tabla 3.

TABLA 4
Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

			W	p
Pre	-	Post	0.925	0.122

Nota. Un valor p bajo sugiere una violación del supuesto de normalidad

Posteriormente, se llevó a cabo la prueba t de Student para muestras pareadas con el propósito de comparar las medias de los puntajes obtenidos en el pretest y el posttest. Los resultados de esta prueba arrojaron un valor de $p = 0.005$, el cual es significativamente menor que el umbral de significancia de 0.05, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambas mediciones. Este hallazgo permite rechazar la hipótesis nula, que postulaba la ausencia de diferencias entre los puntajes pretest y posttest, y, en consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa que sostiene que la implementación de la metodología basada en GeoGebra tuvo un impacto positivo en el desempeño de los estudiantes. En términos de interpretación, estos resultados sugieren que la integración de herramientas tecnológicas interactivas facilitó una mejor comprensión del plano cartesiano, promoviendo un aprendizaje más dinámico y significativo. Como se puede observar en la tabla número 5, la mejora en el rendimiento académico evidencia la efectividad de la metodología aplicada.

TABLA 5

Prueba T para Muestras Apareadas

			estadístico	gl	p
Pre	Post	T de Student	-2.87	19.0	0.005

Nota. $H_a \mu$ Medida 1 - Medida $2 < 0$

Los hallazgos obtenidos reflejan una diferencia estadísticamente significativa entre los puntajes pretest y posttest, lo que indica que la metodología de GeoGebra tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes. En términos específicos, los resultados sugieren que la intervención mejoró la comprensión de los conceptos relacionados con el plano cartesiano, lo que se traduce en un aumento general en el desempeño de los estudiantes en la materia.

A partir de los análisis, se elaboró una tabla descriptiva que muestra las medidas de tendencia central, específicamente la media y la mediana, para ambos momentos de evaluación. En el pretest, la media fue de 5.4, mientras que en el posttest aumentó a 7.40, lo que evidencia una mejora significativa en los puntajes promedio. La mediana para el pretest fue de 5, mientras que en el posttest aumentó a 8, lo que refuerza la tendencia observada en los puntajes promedio. Además, la desviación estándar del

pretest es mayor que la del posttest, lo que sugiere que, después de la intervención, los resultados de los estudiantes se distribuyeron de manera más homogénea en torno a la media. Estos datos pueden observarse detalladamente en la tabla 6.

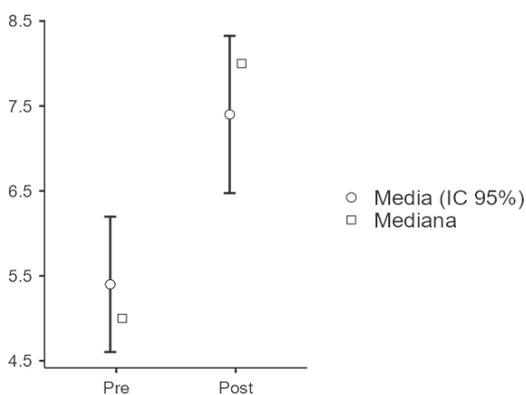
TABLA 6

Descriptivas

	N	Media	Mediana	DE	EE
Pre	20	5.40	5.00	1.82	0.407
Post	20	7.40	8.00	2.11	0.472

Para visualizar claramente estos resultados, se incluyó un gráfico descriptivo que muestra de manera más precisas las medidas de la media y la mediana del posttest. Este gráfico proporciona una representación visual clara de la mejora significativa en los puntajes obtenidos por los estudiantes después de la intervención. A través de este gráfico, se puede observar cómo los valores de la media y la mediana se desplazaron favorablemente, lo que resalta el impacto positivo de la herramienta de GeoGebra en el desempeño académico. Este tipo de representación gráfica facilita la comprensión de los cambios en el rendimiento de los estudiantes de manera más intuitiva, permitiendo evaluar de forma más efectiva el éxito de la intervención.

GRAFICA 1



Discusión

La aplicación de la herramienta tecnológica GeoGebra en el aprendizaje del plano cartesiano ha permitido analizar su impacto real en el desempeño de los estudiantes. En este apartado, se presentan los hallazgos más relevantes del análisis de datos, estableciendo su relación con la hipótesis planteada

y destacando sus implicaciones en la enseñanza de las matemáticas. Asimismo, se abordan las aplicaciones y efectos derivados de esta intervención, proporcionando una visión integral de su eficacia pedagógica.

Los resultados reflejan una mejora significativa en el rendimiento estudiantil entre el pretest y el posttest, con un incremento en la media de 5.4 a 7.4. Este hallazgo respalda la premisa de que el uso de herramientas interactivas como GeoGebra facilita la comprensión de conceptos abstractos, como la identificación y representación de coordenadas en el plano cartesiano. La mejora observada puede atribuirse a la naturaleza visual e interactiva de la herramienta, que permite a los estudiantes experimentar con los conceptos de manera más tangible y accesible. Además del incremento en el rendimiento académico, los resultados evidencian un aumento en la motivación de los estudiantes, lo que constituye un factor clave desde la perspectiva pedagógica.

Uno de los aspectos más relevantes de la implementación de GeoGebra es su contribución a la enseñanza dinámica y participativa de las matemáticas. La herramienta permite a los estudiantes interactuar con los contenidos y visualizar conceptos que, bajo un enfoque tradicional, podrían resultar abstractos o difíciles de asimilar. Este enfoque promueve la exploración activa, favoreciendo un aprendizaje más profundo y significativo. Asimismo, la posibilidad de manipular elementos en el plano cartesiano facilita la comprensión de la relación entre las coordenadas y los puntos, mejorando la retención de conceptos matemáticos y la capacidad de los estudiantes para aplicarlos en diversos contextos.

Otro punto clave es la importancia del lenguaje matemático en la enseñanza. La integración de terminología activa dentro del entorno interactivo de GeoGebra facilita la construcción del conocimiento, ya que combina el uso de un lenguaje claro y preciso con la visualización de conceptos matemáticos. Este enfoque contribuye a que los estudiantes no solo dominen los procedimientos matemáticos, sino que también comprendan la terminología subyacente a las operaciones y representaciones matemáticas. GeoGebra, en este sentido, proporciona un entorno en el que los conceptos se presentan de manera contextual y significativa, fortaleciendo la comprensión y el aprendizaje autónomo.

Desde una perspectiva más amplia, los hallazgos de este estudio resaltan el potencial de las tecnologías educativas interactivas para mejorar el aprendizaje de conceptos abstractos en distintos niveles educativos. La estrategia aplicada enfatiza la necesidad de combinar la teoría matemática con

experiencias prácticas, brindando a los estudiantes herramientas que faciliten la visualización y comprensión de los conceptos enseñados en el aula. En este sentido, la incorporación de recursos tecnológicos en la planificación educativa se presenta como un elemento fundamental para el desarrollo de habilidades matemáticas esenciales.

Sin embargo, es importante reconocer que el impacto de la herramienta puede variar según el contexto y las características individuales de los estudiantes. Factores como la experiencia previa con tecnología y la familiaridad con herramientas digitales pueden influir en los resultados obtenidos. No obstante, los hallazgos de esta investigación abren la posibilidad de realizar estudios futuros que profundicen en el análisis de variables adicionales que inciden en el aprendizaje mediante herramientas digitales, permitiendo optimizar aún más su implementación en el ámbito educativo.

Conclusión

Impacto de la herramienta GeoGebra

Los resultados obtenidos en este estudio destacan la efectividad de la metodología GeoGebra en la mejora del aprendizaje de los estudiantes en conceptos del plano cartesiano. Al comparar los resultados del pretest y posttest, se evidencia una mejora sustancial en las calificaciones, lo que valida la hipótesis planteada. Este hallazgo resalta el potencial de las herramientas tecnológicas interactivas para facilitar la comprensión de conceptos abstractos, mejorando el rendimiento académico de los estudiantes.

1. Mejora en el desempeño de los estudiantes

El análisis de las diferencias en las puntuaciones de los estudiantes entre el pretest y el posttest confirma que la implementación de GeoGebra promovió un aprendizaje más significativo. Los estudiantes no solo mejoraron sus habilidades en la identificación y representación de coordenadas, sino que también desarrollaron una mayor confianza en su capacidad para aplicar estos conceptos en situaciones prácticas. Esto demuestra cómo el uso de tecnologías puede transformar el aprendizaje de las matemáticas, facilitando la comprensión de conceptos difíciles.

2. Ventajas de las herramientas tecnológicas en la educación

La introducción de GeoGebra en el aula no solo favoreció el desempeño académico, sino que también contribuyó a aumentar la motivación y el interés de los estudiantes por las matemáticas. La posibilidad de visualizar y manipular elementos del plano cartesiano en un entorno digital motivó a los estudiantes a involucrarse más activamente en el proceso de aprendizaje. Este aspecto subraya la

importancia de integrar herramientas tecnológicas que promuevan la participación activa y el interés de los estudiantes en las asignaturas que históricamente han sido percibidas como difíciles o abstractas.

3. **Recomendaciones para futuras investigaciones**

Aunque este estudio muestra resultados prometedores, se recomienda continuar explorando las condiciones y factores que pueden influir en la efectividad de la metodología GeoGebra. Es importante analizar cómo las características individuales de los estudiantes, como su estilo de aprendizaje o su nivel previo de conocimiento, afectan su desempeño con estas herramientas. Asimismo, se sugiere investigar la formación docente en el uso de estas tecnologías para asegurar que su implementación sea eficiente y beneficie a todos los estudiantes por igual.

4. **Implicaciones para la práctica educativa**

En resumen, la metodología GeoGebra ofrece una alternativa pedagógica innovadora y eficaz para enseñar conceptos matemáticos complejos. Los resultados de este estudio sugieren que, con una adecuada formación y planificación, las herramientas tecnológicas pueden ser utilizadas de manera efectiva en el aula para mejorar el rendimiento y la comprensión de los estudiantes. Así, el uso de GeoGebra y otras tecnologías interactivas puede convertirse en una estrategia valiosa para modernizar la enseñanza de las matemáticas y otras disciplinas, contribuyendo a una educación más dinámica y accesible.

Referencias

- The jamovi project. (2022). *jamovi* (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved March 13, 2025, from <https://www.jamovi.org>.
- R Core Team. (2021). *R: A Language and environment for statistical computing* (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved March 13, 2025, from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
- Calderón Calderón, A. (2024). Desarrollo de habilidades socioemocionales en la formación de educadores en la sociedad actual. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (37), 283-309. <https://doi.org/10.17163/soph.n37.2024.09>.
- del Rocío Guerra-Calixto, M. (2024). Transformación del aprendizaje de la Geometría Plana con “Dibujo y Construcción”. *Delectus*, 7(2), 8-18. Retrieved March 13, 2025, from <https://inicc-peru.edu.pe/revista/index.php/delectus/article/view/289>.
- Webster, F., Piedra, M. J., & Estévez, F. (2019). Percepción de los padres de niños con déficit ejecutivos que presentan dificultades en el aprendizaje de matemáticas. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 28(3), 52-58. <https://doi.org/10.29105/ren.28.03.06>.
- Sarango, A. D. M., Villacrés, J. M. B., Vaca, H. S. S., López, C. T. J., Calva, O. H. A., & Quishpe, R. D. R. (2025). El desarrollo de la conciencia matemática a través de actividades lúdicas y tecnologías. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 6(1), 48-98. Retrieved March 13, 2025, from <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/395>.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston.
- Hernández Carrillo, S. J. (2023). Construcción del sujeto matemático: sinergia en la enseñanza de las matemáticas. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1400>.
- Guevara, K. A. M., Ojeda, J. J. O., Cordova, M. L. V., & Nieves, M. J. L. (2024). Integración de TIC en la enseñanza de factorización para mejorar la comprensión y práctica estudiantil en matemáticas. *Reincisol*, 3(6), 2556-2579. Retrieved March 13, 2025, from <https://www.reincisol.com/ojs/index.php/reincisol/article/view/326>.
- Párraga, A. P. B., Cedeño, E. L. H., Amores, C. G. R., Molina, A. D. A., Batioja, I. J. Z., Llocana, M. Y. S., & Duran, V. D. R. C. (2024). La gamificación como estrategia pedagógica en la educación matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 6435-6465.

Retrieved March 13, 2025, from
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/11834>.

Descartes, R. (1637). *La Géométrie*. In *Discours de la méthode* (pp. 1-72). Jacques du Puis.

Muñoz, E. P., Ruiz, E. D. L. J., & Flores-Medrano, E. (2023). Relaciones direccionales intra-dominio del conocimiento especializado del profesor de matemáticas sobre localización en el plano. *Avances de investigación en educación matemática: AIEM*, (24), 57-74. Retrieved March 13, 2025, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9533487>.

del Rocío Macas-Macas, A., Pérez-Benítez, H. A., & Ramírez, L. C. (2024). Influencia de GeoGebra en el aprendizaje matemático. Caso: Unidad Educativa El Tambo. *MQRInvestigar*, 8(4), 6757-6780. Retrieved March 13, 2025, from <http://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/2107>.