

**Impact of geogebra on the academic performance of Mathematics in
ninth grade students of general basic education**
**Impacto de geogebra en el rendimiento académico de matemáticas en
estudiantes de noveno año de educación general básica**

Autores:

Toalombo-Mazón, Pedro Pablo
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Maestrante de la Maestría en Educación, mención en Pedagogía en Entornos Digitales
Riobamba – Ecuador



pptoalombom@ube.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0009-2924-3464>

Chiquito-Chilán, Rosa Roxana
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Durán – Ecuador



rrchiquitoc@ube.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-1650-8453>

Mesa-Vazquez, Jorge
UNIVERSIDAD DE ORIENTE
Licenciado en Matemática – Computación, Ph D. Ciencias Pedagógicas
Docente Tutor del área de Ingeniería Informática
Santiago de Cuba – Cuba



jorge.mesa@uo.edu.cu



<https://orcid.org/0000-0001-7457-5323>

Fechas de recepción: 09-JUN-2025 aceptación: 09-JUL-2025 publicación: 30-SEP-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La presente investigación analiza el impacto del uso de GeoGebra en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes de noveno año de Educación General Básica, en la asignatura de Matemáticas. El estudio fue cuantitativo, cuasiexperimental, los grupos experimental y de control estaban compuestos por 33 estudiantes cada uno. En la investigación se aplicaron evaluaciones antes y después de la intervención, que consistieron en pruebas, tareas y deberes. Además, al grupo de experimentación se aplicó un cuestionario al final de la intervención para evaluar la percepción que presentan los estudiantes luego de la inclusión de GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la cual evalúa la motivación, participación, confianza y el punto de vista sobre la propuesta. Los resultados evidenciaron que los estudiantes mejoraron el promedio de 7,59 a 8,42 y un cambio favorable en los logros cualitativos. La encuesta mostró que los estudiantes presentan una motivación del 94% para participar en clases y un 88% de ellos manifestaron curiosidad por aprender nuevos conceptos. Del análisis se concluye que luego del uso de GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los estudiantes presentan una mejora en la conceptualización, motivación y en el aprendizaje significativo de los temas de la asignatura. Se sugiere extender la investigación a otros entornos educativos incorporando nuevas variables que se relacionen con el proceso educativo, como el género, la edad o el acceso a la tecnología, con el fin de fortalecer el proceso de enseñanza y superar la brecha existente en el aprendizaje de las Matemáticas.

Palabras clave: Aprendizaje; GeoGebra; Matemáticas; Motivación; Rendimiento; Tecnología



Abstract

This research analyzes the impact of using GeoGebra on the academic performance and motivation of ninth-grade students in General Basic Education in the subject of Mathematics. The study was quantitative and quasi-experimental, with the experimental and control groups consisting of 33 students each. The research included pre- and post-intervention assessments, which consisted of tests, assignments, and homework. In addition, the experimental group was given a questionnaire at the end of the intervention to assess the students' perceptions after the inclusion of GeoGebra in the teaching-learning process, which evaluated motivation, participation, confidence, and their views on the proposal. The results showed that students improved their average grade from 7.59 to 8.42 and a favorable change in qualitative achievements. The survey showed that students were 94% motivated to participate in classes, and 88% of them expressed curiosity about learning new concepts. The analysis concluded that after using GeoGebra in the teaching-learning process, students showed improvement in conceptualization, motivation, and meaningful learning of the subject matter. It is suggested that the research be extended to other educational environments, incorporating new variables related to the educational process, such as gender, age, or access to technology, in order to strengthen the teaching process and overcome the existing gap in mathematics learning.

Keywords: Learning; GeoGebra; Mathematics; Motivation; Performance; Technology



Introducción

Las Matemáticas desempeñan un papel importante en la vida de las personas ya que permiten desarrollar habilidades que están interconectadas como el razonamiento, la creatividad, el pensamiento crítico que son esenciales para resolver determinados problemas cotidianos. Aun cuando su aprendizaje no contribuye en la resolución directa de problemas, promueve la formación de ciudadanos con pensamiento crítico y comprometidos con el futuro del país. En la actualidad, los estudiantes únicamente memorizan los procesos matemáticos dejando de lado la interpretación de los datos por lo que la toma de decisiones no es la más acertada. Aunque para muchos estudiantes las Matemáticas resultan difíciles, su conocimiento es indispensable en una sociedad cada vez más dependiente de la ciencia y la tecnología (Litardo-Muñoz, 2023).

El nivel de aprendizaje de Matemáticas es una problemática común en varios países, abordada mediante métodos de evaluación como el Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE) del Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) de la Unesco; este estudio, aplicado en 19 países de América Latina y el Caribe, proporciona información basada en evidencia para la toma de decisiones, considerando los currículos nacionales y evaluando Lectura, Escritura y Matemáticas en cuarto y séptimo año de educación básica, además de Ciencias en este último.

Ecuador ha participado en SERCE (Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo, 2006), TERCE (Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo, 2013) y ERCE (Cuarto Estudio Regional Comparativo y Explicativo, 2019), obteniendo datos clave para analizar y debatir la calidad educativa en la región. Por cuarta ocasión, en el 2025, Ecuador participará en el Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE).

El Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval) aplicará el estudio a escala nacional (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2021). Este estudio se viene aplicando desde 1997; los resultados de la prueba ERCE 2019 se evaluaron sobre 1.000 puntos y se valoraron 4 niveles de desempeño. De acuerdo con este estudio la nota promedio obtenida por todos los países es de 698 puntos. Entre los países con mejor desempeño se encuentran: Cuba (751), Brasil (744) y Perú (740). El peor desempeño lo obtuvo República Dominicana (624) (Méndez, 2022).



En nuestro país, la media alcanzada fue de 709, con un incremento de seis puntos en relación a la prueba de 2013, dando como resultados que los estudiantes de cuarto grado apenas alcanzan el 8,3% del nivel más alto, mientras que los de séptimo grado alcanzaron el 5,7% en el nivel más alto (Méndez, 2022).

Estos resultados a nivel de Ecuador evidencian que los estudiantes de cuarto y séptimo año de Educación General Básica tienen problemas con el aprendizaje de las Matemáticas. Lo que implica que los estudiantes de noveno año de Educación General Básica Superior presenten deficiencias en Matemáticas por que arrastran vacíos relacionados con operaciones aritméticas básicas o habilidades de razonamiento lógico, que afectan su capacidad para enfrentar otros temas relacionados con contenidos de noveno año.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) de carácter internacional encargada de recopilar datos y proporcionar recomendaciones a los países socios como ayuda en la toma de decisiones, cada tres años, ejecuta una evaluación internacional de los sistemas educativos mediante el programa PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes). Esta evaluación se enfoca en los jóvenes de 15 años, analiza sus conocimientos y destrezas en áreas claves. Los resultados reflejan la evolución de la educación en cada país y sirven como ayuda para la generación de políticas educativas.

En 2017 Ecuador participo con 6000 estudiantes de 15 años en la evaluación PISA-D, que es una versión adaptada para países en vías de desarrollo. Las pruebas se centraron en los campos de Lectura, Matemáticas y Ciencias, en competencias generales y no en el currículo nacional para permitir la comparación entre países. Sus resultados proporcionan una visión del nivel de los objetivos educativos nacionales y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente en educación de calidad (objetivo 4) que se enfoca en garantizar jóvenes con competencias básicas en Lectura y Matemáticas.

Según el Instituto Nacional de Evaluación Educativa los resultados PISA 2018 de Ecuador, menciona que es necesaria una evaluación educativa en forma constante para lograr las metas del Plan Nacional de Desarrollo y cumplir con los ODS. Estas pruebas permiten obtener información significativa donde se puede identificar debilidades, que aportarían en la toma de decisiones y optimizar recursos e inversión en el área educativa. Facilitan la generación



o adaptación de estrategias metodológicas, herramientas pedagógicas y tecnológicas para combatir las debilidades identificadas, implementando así prácticas innovadoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje; fomentando el aprendizaje que prepare a los estudiantes para la vida y su integración en la sociedad (Instituto Nacional de Evaluación Educativa., 2018).

Ecuador, según el informe de PISA-D de 2017, donde se analizó la trayectoria educativa, los resultados por desempeño y el bienestar de 6000 estudiantes de 178 instituciones educativas a nivel nacional, presenta un rendimiento académico menor al promedio obtenido en la región, en las áreas de Ciencias, Lectura y específicamente en Matemáticas los estudiantes apenas alcanzaron un 29%.

Ante estos resultados es necesario implementar medidas pedagógicas que permitan fortalecer el aprendizaje de esta disciplina (Meza, Meza, Arguello, & Vaca, 2024).

En el 2018 los resultados de la prueba PISA-D para Ecuador revelan que el 70% de los estudiantes no alcanzaron el nivel básico de habilidades en Matemáticas. En el nivel estudiado, los alumnos deben tener la capacidad para efectuar procedimientos habituales, como operaciones aritméticas simples y de interpretar situaciones matemáticas sencillas, como comparar distancias o convertir monedas (Instituto Nacional de Evaluación Educativa., 2018).

En las instituciones educativas del país los métodos tradicionales para la enseñanza de las Matemáticas se basan con frecuencia en memorizar fórmulas y procedimientos, lo que limita la comprensión de los conceptos (Meza, Meza, Arguello, & Vaca, 2024) generando dificultades para entender y resolver problemas (Bustamante, M., Moreira, C., Yucailla, A., Meza, D, 2021).

Por otra parte, estudios revelan que existen estudiantes desmotivados en el aprendizaje de esta asignatura, debido a que ven a las Matemáticas como una materia de poca utilidad para aplicarla en sus actividades cotidianas por lo que no muestran interés, lo que afecta su rendimiento académico (Litardo-Muñoz, 2023).

Investigaciones realizadas sobre el aprendizaje de las Matemáticas concluyen por una parte que los estudiantes se sienten motivados cuando trabajan con recursos nuevos e innovadores en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Bustamante et al., 2021), y estos procesos pueden



ser enriquecidos si son apoyados con herramientas tecnológicas que se puede tener a disposición (Litardo-Muñoz, 2023).

Las TIC promueven un proceso de enseñanza-aprendizaje innovador mediante espacios virtuales que facilitan la interacción entre docentes y estudiantes, mejorando los procesos educativos en diversos contextos (Díaz Pinzón, 2018). En el área de las Matemáticas el entender su lenguaje requiere una comprensión del proceso y no la memorización del algoritmo; aquí los estudiantes deben contextualizar y aplicar la información en la resolución de los problemas. Para lograrlo, se pueden apoyar en las herramientas tecnológica, que ayudan a formalizar y materializar conceptos matemáticos abstractos (Daza, 2021).

Los elementos antes mencionados, permiten considerar que el empleo de herramientas digitales de simulación puede mejorar el proceso de aprendizaje de la asignatura de Matemáticas haciéndola entretenida y significativa para los estudiantes, relacionándolos con situaciones reales y desarrollando su interés por la materia (Céspedes-Isaac et al., 2018).

Algunos estudios concluyen que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) mejoran el rendimiento académico en diversas áreas, entre ellas la Matemática (García, S., y Cantón, I., 2019), se evidencio que la utilización de motores de búsqueda, wikis, blogs y pódcast aumentan el desempeño en Ciencias y áreas Lingüísticas, pero su impacto en Matemáticas aun requiere de un mayor estudio.

(Charris, N & Polanco, 2021) plantearon estrategias basadas en las TIC como solución al bajo rendimiento académico en el área de Matemáticas, identificando deficiencias en el rendimiento estudiantil y en las competencias digitales de los docentes. Ante ello surge la necesidad de actualizar continuamente los conocimientos de los docentes en el manejo de herramientas digitales como GeoGebra que permitan mejorar los resultados académicos.

(Uvidia, C. A., 2021) llevó a efecto un estudio acerca de la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la solución de ejercicios en la asignatura de Matemáticas, evidenciando que algunos profesores se muestran renuentes a utilizar estas herramientas en su labor y que los alumnos manifiestan dificultades en la resolución de problemas. Lo anterior concluye que la dificultad en encontrar la solución a los ejercicios no se debe solamente a la complejidad del contenido de la materia, sino también a las metodologías de enseñanza empleadas y al poco aprovechamiento de los recursos



tecnológicos (Bonfante Rodríguez et al., 2024). Esta investigación es una revisión teórica que concluye que puede ser una solución eficaz si se incorpora en las metodologías de enseñanza.

(Martínez, J. M., Cachuput, J., Chamarro, H. E., y , 2019) implementaron una propuesta basada en GeoGebra para mejorar el rendimiento en Matemáticas, concluyendo que su uso mejora el aprendizaje de la geometría y el rendimiento académico en general. Sin embargo, su investigación se desarrolló con estudiantes universitarios, lo que deja abierta la pregunta si estos resultados serían similares en estudiantes de noveno año de Educación General Básica.

Aunque varios estudios coinciden en que el uso de las TIC mejora el rendimiento académico, algunos de ellos no son prácticos o no se basan en la herramienta GeoGebra. Por lo tanto, el estudio sobre el impacto que dicha herramienta tecnológica puede tener en el aprendizaje de las Matemáticas requiere aplicarse en varios niveles de educación.

Este estudio evaluó la utilización de la herramienta digital GeoGebra como una estrategia de enseñanza para mejorar el rendimiento académico en la asignatura de Matemáticas de los estudiantes de noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Riobamba. Esta investigación se desarrolló en un entorno escolar con un enfoque científico y está orientada a la solución de un problema general: el bajo rendimiento académico en Matemáticas (Mesa Vazquez et al., 2023). Para dar respuesta a esta situación se plantearon dos hipótesis que tratan de indagar las posibles causas del problema y presentar alternativas de mejora desde la práctica docente.

Hipótesis nula (H_0): La utilización del software GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Matemáticas no tiene un impacto significativo en el rendimiento académico de los estudiantes de noveno año de Educación General Básica en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales.

Hipótesis Alternativa (H_1): La incorporación del programa GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Matemáticas tiene un impacto significativo en el rendimiento académico de los alumnos de noveno año de Educación General Básica, en comparación con los resultados obtenidos con los métodos tradicionales de enseñanza.

Material y métodos

La investigación se efectuó con un enfoque cuantitativo-cualitativo, utilizando un diseño cuasi-experimental, apropiado para trabajar con grupos ya formados y sin asignación aleatoria, permitiendo un control parcial de las variables (Arancibia Portuguez , 2019).

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Educativa Riobamba, institución educativa fiscal. La población estuvo conformada por 136 estudiantes de noveno año de Educación General Básica, distribuidos en cuatro paralelos. Se escogieron dos paralelos empleando un muestreo aleatorio simple, para garantizar que los grupos de estudiantes tuvieran igual probabilidad de ser seleccionados y reduciendo sesgos al mínimo, de manera que los resultados fueran representativos y generalizables (Sánchez Espejo, 2020). Se trabajó con dos paralelos uno experimental y otro de control cada uno de 33 estudiantes, en un laboratorio con 19 equipos de cómputo, los cuales contaban con el software GeoGebra para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para el desarrollo del estudio se consideró dos enfoques de validación cuantitativo y cualitativo.

Cuantitativo: A los dos grupos de investigación se aplicaron tareas, lecciones y pruebas objetivas como instrumentos para evaluar el rendimiento académico de los estudiantes en las etapas de pretest y postest.

La investigación se realizó en dos fases:

En la fase inicial de la investigación se efectuó un pretest con el fin de diagnosticar conocimientos previos y establecer necesidades educativas en la asignatura de Matemáticas, lo que permitió identificar dificultades al resolver ejercicios con polinomios y productos notables. Los temas tratados se seleccionaron conforme a los lineamientos del currículo que establece el Ministerio de Educación, respondiendo así a los objetivos de este nivel educativo:

- 1. Operaciones con polinomios:** Aquí se abordó temas relacionados con las operaciones de suma, resta y multiplicación de polinomios, se trabajó con la identificación y combinación de términos semejantes. Se plantearon ejercicios para ser desarrollados de manera individual y grupal, fomentando así un ambiente participativo y de análisis.



2. Productos notables: Aquí se desarrolló contenidos sobre varias identidades algebraicas específicas como la diferencia de cuadrados, el cuadrado de un binomio, y el cubo de un binomio. Estas expresiones algebraicas se trataron resolviendo ejercicios prácticos que permitieron a los estudiantes identificar modelos y aplicar las reglas algebraicas con una mejor comprensión y seguridad.

3. División de polinomios: Se aplicaron técnicas para dividir polinomios.

En la fase de intervención, el grupo de control mantuvo su aprendizaje con las metodologías de enseñanza tradicionales, mientras que para el grupo experimental se diseñó un programa de estudios con el uso de GeoGebra como herramienta de aprendizaje, donde los estudiantes desarrollaron los conocimientos abstractos y realizaron un análisis interactivo de las relaciones matemáticas.

Las actividades abarcaron la resolución, representación gráfica de polinomios y la comparación entre los procesos con un enfoque manual y digital, de tal forma que los estudiantes podían revisar su trabajo, identificar errores, verificar el proceso paso a paso, mejorar su pensamiento crítico y reflexivo.

Cualitativo: Se realizó una encuesta al grupo experimental para evaluar la motivación, por medio de la cual se recogió sus opiniones y experiencias. La encuesta constaba de 15 preguntas cerradas, divididas en categorías; con cinco opciones de respuesta basadas en la escala de Likert, (Totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo).

Los indicadores analizados en la encuesta se agruparon de acuerdo:

- 1. El interés y actitud hacia las Matemáticas:** Valorado por las preguntas de la categoría de motivación intrínseca para conocer si la utilización de la herramienta digital GeoGebra producía más satisfacción en el trabajo, incrementaba el agrado por las Matemáticas y contribuía al aumento de la actitud hacia la solución de problemas.
- 2. El compromiso y participación en clases:** Esta evaluación permitió conocer el nivel de participación activa de los estudiantes, su atención durante las clases y qué tan predispuestos estaban al trabajo independiente y colaborativo respaldado por el uso de GeoGebra.

3. Percepción de utilidad y eficacia de GeoGebra: Expresada en los bloques confianza y autonomía y valoración global de la propuesta; permitió indagar sobre la utilidad percibida de la herramienta para la comprensión de conceptos matemáticos, su potencial para mejorar el aprendizaje y el interés en seguir utilizando GeoGebra.

El estudio, se evaluó en cada fase de desarrollo para supervisar el progreso de los alumnos y ajustar la metodología según las necesidades detectadas. En esta investigación se consideró el promedio obtenido por los estudiantes al aplicar diferentes instrumentos de evaluación como deberes, lecciones y pruebas objetivas. Los resultados se organizaron y analizaron de acuerdo con su representación porcentual, lo que permitió obtener un enfoque completo del rendimiento académico en Matemáticas.

Se trabajó con la hoja electrónica Microsoft Excel para la estadística descriptiva e inferencial de los datos. La estadística descriptiva permitió organizar y presentar los resultados por medio de tablas de frecuencias y porcentajes, favoreciendo a una interpretación clara de los resultados. Por otra parte, la estadística inferencial se utilizó para contrastar las hipótesis; se empleó la prueba *t* de Student para muestras pareadas, así se logró establecer el impacto del uso de GeoGebra en el rendimiento académico de los estudiantes.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos y el análisis producto de las encuestas aplicadas.

Tabla 1

Rendimiento académico individual del grupo de control y experimental

Grupo de control		Grupo experimental	
Pretest	Postest	Pretest	Postest
7,51	7,02	9,14	9,32
9,50	9,08	6,50	7,51
6,97	8,06	8,48	9,32
9,51	9,95	7,04	7,93
6,84	6,41	7,10	8,81
9,90	9,39	8,86	8,87
7,02	6,53	7,56	9,26
5,70	4,08	7,40	9,44
7,53	5,62	9,91	9,58
8,10	8,04	7,79	8,10
9,40	9,46	7,60	9,02
7,45	7,73	8,11	8,16
8,26	7,44	6,72	6,97
9,45	9,85	5,31	5,48
8,06	9,12	7,09	8,17
9,32	8,08	8,78	9,16
8,46	7,86	6,80	7,39
7,24	6,18	6,15	7,47
8,47	9,55	8,27	8,50
8,19	5,94	9,77	9,86
9,23	9,75	7,08	9,30
9,18	8,41	6,83	8,05
9,44	9,03	9,11	9,77
8,85	8,66	8,30	8,47
6,92	7,05	7,08	8,86
7,60	7,59	7,52	8,73
9,31	8,56	8,53	9,42
8,40	8,16	6,26	5,79
9,78	9,73	7,88	8,31
7,92	7,50	7,11	7,63
8,18	7,77	5,75	7,79
8,98	9,32	6,25	8,21
7,81	6,07	8,24	9,34

Fuente: Elaboración propia



La Tabla 1 muestra los resultados del rendimiento académico individual en el pretest y postest de los estudiantes del grupo de control y experimental.

Tabla 2

Estadísticas descriptivas del rendimiento académico del grupo de control en el pretest y postest

Escala cualitativa	Escala cuantitativa	Pretest		Postest	
		Estudiantes	Ponderado %	Estudiantes	Ponderado %
Domina los aprendizajes requeridos	9,00-10,00	11,00	33,33	11,00	33,33
Alcanza los aprendizajes requeridos	7,00-8,99	18,00	54,55	15,00	45,45
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	4,01-6,99	4,00	12,12	7,00	21,21
No alcanza los aprendizajes requeridos	≤ 4	0,00	0,00	0,00	0,00
Total		33,00	100,00	33,00	100,00
Promedio		8,32		7,97	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2 se muestra que el promedio en el pretest fue de 8,32 lo que sugiere que los estudiantes estaban en el nivel de "Alcanza los aprendizajes requeridos". En el postest, el promedio disminuyó a 7,97 manteniéndose en el mismo nivel cualitativo, pero hubo una disminución en el rendimiento general del grupo de control después de la aplicación de la metodología tradicional.

Tabla 3

Distribución de estudiantes del grupo de control por categorías cualitativas

Escala cualitativa	Escala cuantitativa	Pretest	Postest	Diferencia
Domina los aprendizajes requeridos	9,00-10,00	33,33%	33,33%	0,00%
Alcanza los aprendizajes requeridos	7,00-8,99	54,55%	45,45%	-9,10%
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	4,01-6,99	12,12%	21,21%	+9,09%
No alcanza los aprendizajes requeridos	≤ 4	00,00%	00,00%	0,00%



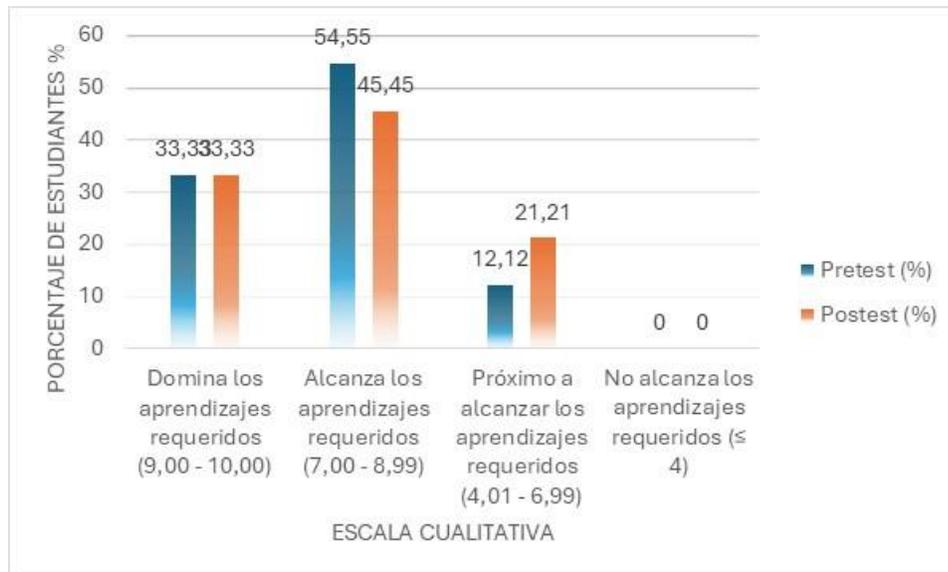
Fuente: Elaboración propia

En los datos presentados en la Tabla 3, se observa que el porcentaje de estudiantes ubicados en la categoría "Dominan los aprendizajes requeridos" se mantuvo en el 33%, a diferencia del número de estudiantes del grupo "Alcanza los aprendizajes requeridos" que disminuyó en -9,10%, mientras que los que están "Próximos a alcanzarlos" aumentaron en +9,09%. Estas variaciones manifiestan una leve tendencia de regresión en el rendimiento académico. Al no encontrarse estudiantes ubicados en la categoría "No alcanza los aprendizajes requeridos", se evidencia un resultado positivo en el logro académico.

Se observa que el método tradicional de aprendizaje no mejoró el rendimiento académico del grupo de control, ya que presenta una disminución en el promedio del postest. y el incremento del número de estudiantes en la categoría que están "Próximos a alcanzar los aprendizajes"; esto evidencia que el modelo educativo aplicado no tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico.

Figura 1

Comparación porcentual del rendimiento académico del grupo de control entre el pretest y el postest



Fuente: Elaboración propia

El gráfico comparativo de barras de la figura 1 demuestra que hay un descenso en el nivel medio (“Alcanza los aprendizajes requeridos”) y un aumento en el nivel inferior (“Próximo a alcanzar los aprendizajes”), mientras que el nivel más alto (“Domina los aprendizajes requeridos”) permanece igual, esto puede considerarse como un ligero retroceso en el proceso de consolidación del aprendizaje en el grupo de control.

Tabla 4

Estadísticas descriptivas del rendimiento académico del grupo experimental en el pretest y postest.

Escala cualitativa	Escala cuantitativa	Pretest		Postest	
		Estudiantes	Ponderación %	Estudiantes	Ponderación %
Domina los aprendizajes requeridos	9,00-10,00	4,00	12,12	12,00	36,36
Alcanza los aprendizajes requeridos	7,00-8,99	20,00	60,61	18,00	54,55
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	4,01-6,99	9,00	27,27	3,00	9,09
No alcanza los aprendizajes requeridos	≤ 4	0,00	0,00	0,00	0,00
Total		33,00	100,00	33,00	100,00
Promedio		7,59		8,42	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la Tabla 4, la media en el grupo experimental pasó de 7,59 a 8,42 mostrando un incremento de 0,83 puntos. Esta diferencia representa un efecto positivo en el rendimiento académico del grupo bajo la intervención.



Tabla 5

Distribución de estudiantes del grupo experimental por categorías cualitativas

Escala cualitativa	Escala cuantitativa	Pretest	Postest	Diferencia
Domina los aprendizajes requeridos	9,00-10,00	12,12%	33,36%	+24,24%
Alcanza los aprendizajes requeridos	7,00-8,99	60,61%	54,55%	-6,06%
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	4,01-6,99	27,27%	9,09%	-18,18%
No alcanza los aprendizajes requeridos	≤ 4	00,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Tabla 5 se observa que el rendimiento académico del grupo experimental ha mejorado tras la aplicación de la herramienta interactiva GeoGebra. El porcentaje de estudiantes ubicados en el nivel de “Domina los aprendizajes requeridos” aumentó en +24,24% el nivel de “Alcanza los aprendizajes requeridos” disminuyó en -6,06%, el nivel de “Está próximo a alcanzar los aprendizajes” disminuyó en -18,18% y no se registran estudiantes en la situación crítica de “No alcanza los aprendizajes requeridos”, lo que demuestra una base sólida de aprendizaje.

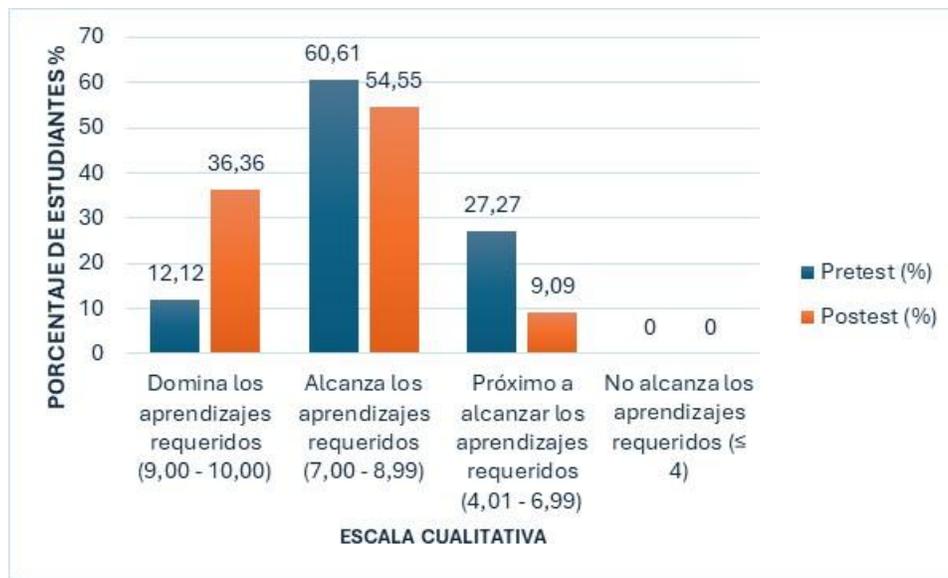
Al analizar de manera conjunta las tablas 4 y 5 se puede concluir que la incorporación del software GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Matemáticas tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico de los alumnos ubicados en el grupo experimental. La mejora del promedio de los estudiantes de 7,59 a 8,42 y el aumento de +24,24% en la categoría de “Domina los aprendizajes requeridos” son prueba del progreso de los estudiantes en la comprensión conceptual y consolidación de conceptos matemáticos. Además, la reducción en el porcentaje de alumnos con calificaciones más bajas, específicamente “Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos” -18,18% indica que la herramienta interactiva fue beneficiosa para un proceso de enseñanza más inclusivo y efectivo.



Estos hallazgos respaldan que el uso de GeoGebra no solo ayudó a promover la apropiación de contenido, sino que también ayudó a motivar a los estudiantes, creando un aprendizaje más activo, autónomo y significativo en términos de propuestas pedagógicas que favorecen la construcción más activa del conocimiento a través de experiencias dinámicas y visuales

Figura 2

Comparación porcentual del rendimiento académico del grupo experimental entre el pretest y el postest



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2, se observa que el grupo de estudiantes que “Dominan los aprendizajes requeridos” aumentó significativamente del 12,12% en el pretest al 36,36% en el postest (una mejora de 24,24%). Lo que demuestra la consolidación del aprendizaje luego de la aplicación de la propuesta. Además, se evidencia que tanto en los resultados de las pruebas de pretest y

posttest, no existen estudiantes ubicados en la categoría “No alcanza los aprendizajes requeridos”.

Se aprecia que el porcentaje de la categoría “Alcanza los aprendizajes requeridos” bajó de 60,61% a 54,55% esto se debe a que los estudiantes se desplazaron a la categoría superior, lo cual es bueno. Se observa que en la categoría “Próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos” disminuye de 27,27% a 9,09%, evidenciando un decremento en el número de estudiantes con dificultad para consolidar sus conocimientos.

Los resultados obtenidos muestran que existe un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental al utilizar la herramienta GeoGebra en comparación con el grupo de control, evidenciándose desplazamientos significativos de estudiantes desde categorías de bajo rendimiento a superiores lo que sugiere mejoras en el aprendizaje.

En la Tabla 6 se realiza un análisis comparativo entre el grupo de control y el experimental que resume los resultados obtenidos en el posttest.

Tabla 6

Análisis del rendimiento académico entre los grupos de control y experimental obtenido en el posttest.

Categoría cualitativa	Escala cuantitativa	Grupo control n - %	Grupo experimental n -%	Diferencia %
Domina los aprendizajes requeridos	9,00 – 10,00	11 33,33 %	12 36,36 %	+3,03 %
Alcanza los aprendizajes requeridos	7,00 – 8,99	15 45,45 %	18 54,55 %	+9,10 %
Está próximo a alcanzar los aprendizajes	4,01 – 6,99	7 21,21 %	3 9,09 %	-12,12 %
No alcanza los aprendizajes requeridos	≤ 4,00	0 0,00 %	0 0,00 %	0,00 %
Total	—	33 100 %	33 100 %	—
Promedio general	—	7,97	8,42	+0,45

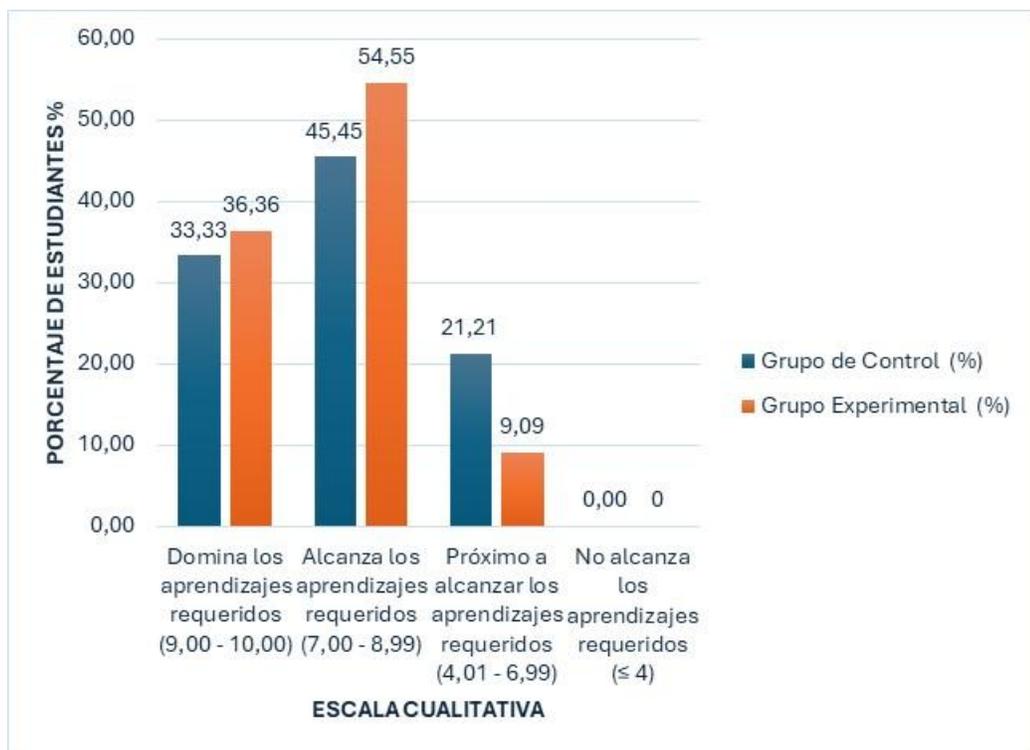
Fuente: Elaboración propia



El grupo experimental alcanzó un promedio más alto 8,42 que el grupo de control 7,97, lo que representa una diferencia de +0,45 puntos a favor del grupo que utilizó GeoGebra. Los dos grupos presentan un número alto de estudiantes en la categoría “Domina los aprendizajes requeridos”, el grupo experimental lo supera levemente +3,03 %, considerando que inició con un valor más bajo en el pretest, por lo que su progreso es más significativo. En la categoría “Alcanza los aprendizajes requeridos, el grupo experimental presenta un mayor porcentaje +9,10, lo cual evidencia una mayor consolidación de los aprendizajes. En la escala “Está próximo a alcanzar”, en el grupo experimental el porcentaje de estudiantes se redujo al -12,12%, lo que indica que en el grupo experimental hay un número menor de estudiantes que permanecen rezagados. Se observa que no existen estudiantes en los grupos investigados que se ubiquen en la categoría “No alcanza los aprendizajes requeridos”, lo cual es positivo y muestra un rendimiento académico aceptable.

Figura 3

Comparación porcentual del rendimiento académico entre el grupo de control y el grupo experimental en el postest



Fuente: Elaboración propia

La Figura 3 ilustra la distribución porcentual de los estudiantes en el postest; entre el grupo de control y el grupo experimental, según escalas cualitativas del logro académico.

En la categoría “Domina los aprendizajes requeridos” (9,00 – 10,00) el grupo experimental supera al de control con un 36,36% frente a un 33,33%, lo que significa un porcentaje mayor de estudiantes que dominan los contenidos.

Además, en cuanto a la categoría “Alcanza los aprendizajes requeridos” (7,00 – 8,99), el grupo experimental tiene un porcentaje que se ha incrementado al 54,55% comparado con el 45,45% del grupo de control, esto demuestra un progreso favorable hacia niveles de rendimiento aceptables.

Por el contrario, en el grupo de control aumenta el porcentaje con un 21,21% de estudiantes en la categoría “Próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos” (4,01 – 6,99) frente a un 9,09% del grupo experimental.

En los resultados analizados, se observa que no hay estudiantes ubicados en el grupo “No alcanza los aprendizajes requeridos”, hecho que es positivo y demuestra que el rendimiento académico es aceptable; sin embargo, en los niveles más altos la proporción de estudiantes en el grupo que utilizó GeoGebra es mayor.

En la tabla 7 se presentan los valores estadísticos utilizados en la prueba t de Student aplicados a los grupos de control y experimental en la evaluación postest.

Tabla 7

Valores estadísticos utilizados para la prueba t de Student de los grupos de estudio en la evaluación postest

Medida estadística	Grupo de control	Grupo experimental
Media	7,97	8,42
Desviación estándar	1,43	1,16
Número de datos	33,00	33,00

Fuente: Elaboración propia

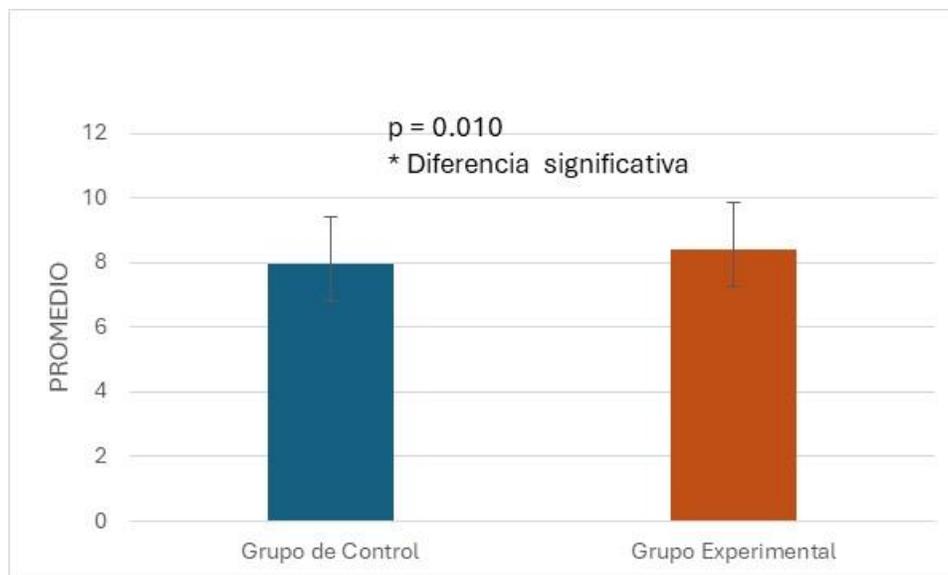


Al comparar los valores entre el grupo experimental (Media=8,42 y Desviación estándar=1,16) y del grupo de control (Media=7,97 y Desviación estándar=1,43) se deduce que el primero tuvo un mejor rendimiento. La diferencia entre los dos grupos fue estadísticamente significativa ($p=0,010$) de una prueba t de Student para muestras independientes.

El valor obtenido $p < 0,05$ indica que la aplicación de la herramienta GeoGebra en el grupo experimental tuvo un efecto importante en los resultados en comparación con los del grupo de control. En base a los valores obtenidos, se concluye que la intervención realizada en el grupo experimental contribuyó al logro de un resultado académico más alto.

Figura 4.

Análisis comparativo de los promedios entre el grupo de control y el grupo experimental con una diferencia significativa ($p = 0,010$).



Fuente: Elaboración propia

La Figura 4 compara los valores medios del grupo de control y del grupo de prueba con sus probabilidades particulares (desviaciones estándar). La prueba t de Student arrojó un valor

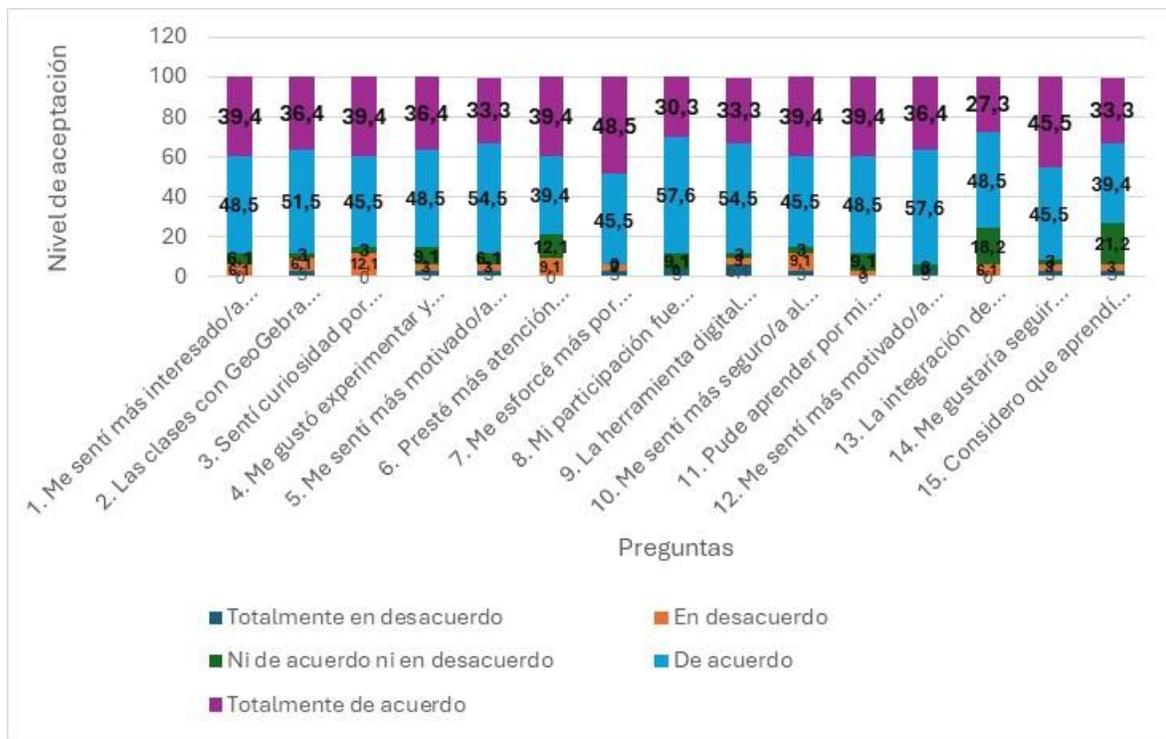
de 2,65 con un valor $p=0,010$, y la diferencia estadística fue significativa al nivel de confianza del 95%.

Con el resultado $p<0,05$, se puede rechazar H_0 que indicaba que no hay diferencias entre los dos grupos participantes y aceptar H_1 que expresa que el uso de GeoGebra como herramienta en la enseñanza de las Matemáticas genera mejoras significativas en el rendimiento académico de los estudiantes en el grupo experimental frente a los estudiantes del grupo de control que utilizaron metodologías de enseñanza tradicional.

Para evaluar el efecto motivacional de la propuesta didáctica aplicada a los alumnos del grupo experimental, se realizó una encuesta. La opinión de los participantes fue mayoritariamente favorable y los logros alcanzados se describen en la Figura 5.

Figura 5

Niveles de aceptación estudiantil sobre la propuesta didáctica basada en GeoGebra



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 5, el 93% de los participantes indicó que "están de acuerdo" o "totalmente de acuerdo" en sentirse más interesados en aprender matemáticas con GeoGebra. El 87% dijo que las clases les parecían más animadas y el 88% dijo que sentía curiosidad por aprender nuevos contenidos con la herramienta. Además, el 94% manifestó que se había sentido más motivado para participar activamente en clase.

Estos resultados indican que aprender con GeoGebra no solo apoya a un mejor rendimiento matemático, sino también una mayor motivación, participación e interés en las Matemáticas.

Discusión

El impacto positivo en el rendimiento de los estudiantes ubicados en el grupo experimental confirma los resultados de este estudio que indica que la aplicación del software GeoGebra como herramienta de enseñanza en las Matemáticas es útil para los estudiantes. Esto se evidencia en el aumento del promedio de las calificaciones junto con el desplazamiento de los alumnos a categorías de mejor rendimiento cualitativo.

El promedio en el grupo experimental aumentó de 7,59 a 8,42 con una variación de +0,83 y en el grupo de control disminuyó de 8,32 a 7,97 con una variación de -0,35, lo que sugiere que al utilizar los métodos de enseñanza tradicional los estudiantes no mejoraron su aprendizaje, mientras que al usar la herramienta GeoGebra se logró avanzar en los logros académicos.

Además, un gran número de estudiantes del grupo experimental subió al nivel "Dominan los aprendizajes" del 12,12% al 36,36% y otro grupo de estudiantes cayó a la categoría "Próximo a alcanzar los aprendizajes" del 27,27% al 9,09%. El rendimiento en los alumnos del grupo de control en el nivel "Dominan los aprendizajes" se mantuvo con un 33% y aumentó en el nivel "Próximo a alcanzar los aprendizajes" del 12,12% al 21,21% evidenciando un incremento en el nivel de riesgo académico.

La prueba *t* de Student, aplicada ($t=2,65$, $p=0,010$) presentó una diferencia estadística a un nivel de confianza del 95% entre los dos grupos. Esto indica que la hipótesis nula (H_0) se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), concluyendo que el uso de GeoGebra tiene un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes.

La prueba *t* de Student ($t=2,65$; $p=0,010$) mostró una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de control y el grupo experimental, con un nivel de confianza del 95%. El

resultado obtenido permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_1), concluyendo que el uso del software GeoGebra tiene un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes.

Complementando, los resultados cualitativos obtenidos por medio de la encuesta arrojaron una motivación positiva de los estudiantes acerca del uso del software GeoGebra. Particularmente en el bloque de motivación intrínseca, se demostró que a los estudiantes les agradaba más las Matemáticas y estaban interesados en la materia, ya que se despertó su motivación interna relacionada con la utilización de GeoGebra más allá de considerar el éxito en el contexto académico.

Además, el aspecto de compromiso e involucramiento mostró un aumento en el comportamiento positivo en las clases, que es uno de los elementos fundamentales para el aprendizaje. También se evidenció un incremento en la confianza y la independencia de los estudiantes al abordar las tareas matemáticas y sentirse capaces de resolver problemas por su cuenta.

Finalmente, cuando se les preguntó sobre la evaluación general de la propuesta, la mayor parte de ellos mencionaron que habían aprendido con GeoGebra y están ansiosos por seguir utilizándolo.

Estos hallazgos coinciden con los de otros estudios como, “Impacto académico y motivacional del GeoGebra en el estudio de áreas y perímetros” (Choco Coronel et al., 2024), “Efecto de GeoGebra en el Rendimiento Académico de Estudiantes de Noveno de Básica en la Asignatura de Matemáticas en la Unidad Educativa del Milenio Carlos Alberto Aguirre Avilés” (Gómez-Damiani et al., 2025), “Impacto de las tic como estrategia didáctica aplicada al área de Matemáticas: antes y después de la intervención” (Obaco Soto et al., 2023), que hacen énfasis en el valor pedagógico de las tecnologías interactivas en el campo de las Matemáticas, tanto por su potencial para representar visualmente conceptos abstractos así como para proporcionar motivación y autonomía estudiantil.

Los resultados de esta investigación permiten concluir que la incorporación del software GeoGebra, acompañada de una planificación pedagógica apropiada, genera un efecto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Matemáticas. Este planteamiento tiende a mejorar el rendimiento académico, apoya un aprendizaje más flexible

y ubica al estudiante en el centro del proceso educativo. Además, estos resultados respaldan la importancia de una actualización permanente de las metodologías de enseñanza y de incorporar recursos tecnológicos que puedan atender los intereses, ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes en diferentes entornos educativos.

Conclusiones

Esta investigación permitió validar que la introducción de GeoGebra como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas tiene una influencia positiva en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes que formaron parte del grupo experimental. En primer lugar, hay un incremento significativo en los resultados obtenidos por estos estudiantes, lo que se evidencia en el valor del promedio general, que ha aumentado de 7,59 a 8,42, y en el aumento del porcentaje de estudiantes que dominan los aprendizajes requeridos, del 12,12 % al 36,36 %. Los resultados sugieren un profundo entendimiento conceptual y un mayor afianzamiento del aprendizaje matemático.

Además, los resultados obtenidos en la encuesta de percepción aplicada a los estudiantes indicaron que la propuesta planteada fue consistente con las características esenciales de la motivación estudiantil. En las dimensiones medidas (motivación intrínseca, participación e implicación, confianza y autonomía o valoración general), los estudiantes mostraron una actitud positiva hacia el aprendizaje con GeoGebra.

Se visualizó niveles más altos, de agrado, participación en el desarrollo de las tareas matemáticas, así como una mayor confianza en la resolución de problemas de forma independiente, lo que sugiere un aprendizaje más auténtico y centrado en el estudiante.

Sin embargo, el estudio presentó algunas limitaciones. La muestra estaba condicionada a una institución educativa y su tamaño impide la generalización estadística. Además, no se tomaron en cuenta otras variables como el nivel socioeconómico de los estudiantes y la disponibilidad a la tecnología.

Por último, sugiero que este estudio se aplique en otras instituciones, implementándola de acuerdo con las condiciones y requisitos particulares. En futuras investigaciones, se podrían tener en cuenta otras variables como el género, la edad y los contenidos abordados en la asignatura. Esto conduciría a una mejor comprensión del proceso de aprendizaje en

Matemáticas, una optimización del uso de la tecnología en el aula, así como una mejora en la motivación de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Arancibia Portuguez , M. (2019). *Estudio cuasi experimental, sobre el uso del método Doman en el aprendizaje del proceso lector en alumnos de primero básico del colegio Saint Francis College*. Santiago de Chile, Chile: Universidad Gabriela Mistral.
<https://repositorio.ugm.cl/handle/20.500.12743/1825>
- Bonfante Rodríguez, M., Marriaga González, C., Mesa Vazquez, J., Salgado Bustillo, P., & González Diaz, J. (2024). Gestión de la salud y la seguridad en el trabajo y las aplicaciones del Internet de las cosas. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, 35. <https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/2606>
- Bustamante, M., Moreira, C., Yucailla, A., Meza, D. (6 de 2021). Estrategias metodológicas para el razonamiento lógico en el área de Matemática: Cuasi experimento. *Revista Científica Mundo Recursivo*, 4(1), 20-42.
<https://www.atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/65/161>
- Céspedes-Isaac, M., Reyes-Sánchez, G., & Mesa-Vazquez, J. (2018). El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, como alternativa para la visualización de la producción científica de la Universidad de Oriente. *Maestro y Sociedad*, 89-98.
<https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/4261>
- Charris, N, & Polanco, M. (2021). Estrategias y prácticas pedagógicas innovadoras y el uso de TIC, para mejorar el rendimiento académico.
<https://repositorio.cuc.edu.co/entities/publication/9ed584fc-7357-4096-8c12-435c848f13dd>
- Choco Coronel, P. G., Rojas Rojas, M. A., Astudillo Aguilar, P. S., & Castillo Barrezueta, J. F. (2024). *Impacto académico y motivacional del GeoGebra en el estudio de áreas y perímetros*. Cuenca. doi:<http://doi.org/10.46652/rgn.v9i42.1286>
- Daza, D. A. (08 de 2021). Herramientas digitales para la enseñanza de las matemáticas en la educación básica. *sga.unemi.edu.ec*, 1-12.



https://sga.unemi.edu.ec/media/archivomateria/2021/08/11/archivomaterial_202181122414.pdf

- Díaz Pinzón, J. E. (2018). Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación. *Sophia*, 14(1), 22-30. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.519>
- García, S., y Cantón, I. (2019). Uso de tecnologías y rendimiento académico en estudiantes adolescentes. 73-81. doi:<https://doi.org/10.3916/C59-2019-07>
- Gómez-Damiani, K. D., Bajaña-Valenzuela, V. V., Aguilera-Mejía, J. I., & Nuñez-López, S. L. (2025). *Efecto de GeoGebra en el Rendimiento Académico de Estudiantes de Noveno de Babahoyo, Ecuador*. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/8852>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2021). *Instituto Nacional de Evaluación Educativa*. <https://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/erce/>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2018). Educación en Ecuador. Resultados de PISA para el desarrollo. 12. <https://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/informe-general-pisa-2018/>
- Litardo-Muñoz, A. M. (11 de 2023). Las estrategias didácticas y el aprendizaje de las matemáticas en educación. (CIENCIAMATRIA, Ed.) *CIENCIAMATRIA*, 9(2), 477-491. <https://cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/1191/1999>
- Martínez, J. M., Cachuput, J., Chamarro, H. E., y . (2019). Geo-gebra como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, y su incidencia en el rendimiento académico en los estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica. 204-223. doi:<https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v3i3.1.881>
- Méndez, Y. S. (21 de 04 de 2022). *Primicias*. ¿Los estudiantes ecuatorianos saben matemáticas? <https://www.primicias.ec/noticias/firmas/estudiantes-ecuatorianos-matematicas-nivel-latinoamerica/>
- Mesa Vazquez, J., Claudia Bonfante, M., Antonia Diaz Mendoza, M., Terán Palacio, E., & Ramón Velázquez Labrada, Y. (2023). Criterios de calidad para la evaluación de ambientes virtuales de aprendizaje desde un enfoque docente. *Universidad y Sociedad*, 15(4). <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4011>



- Meza, H., Meza, D., Arguello, F., & Vaca, E. (2024). Miedo a las Matemáticas: ¿Por qué a los Estudiantes no les Gusta esta Asignatura? (R. C. Recursivo, Ed.) *Revista Científica Mundo Recursivo*, 7(1), 7(1), 1-19.
<https://atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/204/290>
- Obaco Soto, E. E., Quishpe Morales, L. E., Ramírez Calderón, G. R., & Cano de la Cruz, Y. (2023). *Impacto de las tic como estrategia didáctica aplicada al área de Matemáticas: antes y después de la intervención*. Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchila, Ecuador: Ideas y Voces. doi:<https://doi.org/10.60100/bciv.v3i1.34>
- Sánchez Espejo, F. (2020). *Estadística para tesis y uso del SPSS* (Primera ed.). Lima: Centrum Legalis E.I.R.L. Recuperado el 2025
- Uvidia, C. A. (2021). Uso de las TIC en la resolución de problemas matemáticos.
<https://revista.grupocieg.org/wp-content/uploads/2021/06/Ed.49231-244-Uvidia.pdf>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

