



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

IMPACTO DEL USO DE GEOGEBRA CLASSROOM EN EL APRENDIZAJE DE FUNCIONES EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

**IMPACT OF USING GEOGEBRA CLASSROOM ON
THE LEARNING OF FUNCTIONS IN HIGH SCHOOL STUDENTS**

Reinaldo Antonio Guerrero Chirinos
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Andrea Estefanía Córdova Andrade
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Juan Carlos Nolivos Valiente
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Héctor Daniel Coello Burgos
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Ivonne Angélica Dutazaca Álava
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Diego Orlando Vacacela Ramón
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Andrea Verónica Medina Guachizaca
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

David Alejandro Ibujés Burbano
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.19090

Impacto del Uso de GeoGebra Classroom en el Aprendizaje de Funciones en Estudiantes de Bachillerato

Reinaldo Antonio Guerrero Chirinos¹

raguerrero12@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0499-7453>

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

Andrea Estefanía Córdova Andrade

aecordova10@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-6101-2017>

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

Juan Carlos Nolivos Valiente

juan.nolivos@epn.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-4750-4240>

Escuela Politécnica Nacional
Ecuador

Héctor Daniel Coello Burgos

hdcoello@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-2768-1914>

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

Ivonne Angélica Dutazaca Álava

ivonne.dutazaca@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0000-3770-5408>

Unidad Educativa Fiscal Dr. Emilio Uzcátegui
Ecuador

Diego Orlando Vacacela Ramón

dovacacela@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-0908-0163>

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

Andrea Verónica Medina Guachizaca

avmedina@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-3800-1349>

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

David Alejandro Ibujés Burbano

daibujes@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-8773-8435>

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

¹ Autor principal

Correspondencia: raguerrero12@utpl.edu.ec

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto del uso de GeoGebra Classroom como recurso didáctico en el aprendizaje de funciones matemáticas en estudiantes del Bachillerato General Unificado. La investigación se desarrolló con una muestra de 56 estudiantes, distribuidos equitativamente entre un grupo experimental (uso de GeoGebra) y un grupo control (metodología tradicional). Se empleó un diseño cuasiexperimental con pretest, posttest y encuesta de satisfacción. Los resultados mostraron una mejora significativa en el grupo experimental (media posttest = 8.53) en comparación con el grupo control (media = 6.40), con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.000$). Además, la percepción estudiantil fue mayoritariamente positiva, destacando la facilidad de uso, la motivación generada y la utilidad del software para visualizar conceptos complejos. La investigación se fundamenta en las teorías de Vygotsky y Ausubel, las cuales respaldan el uso de herramientas tecnológicas como mediadoras del aprendizaje significativo. También se consideran hallazgos previos que evidencian la efectividad de GeoGebra en la enseñanza de funciones (Benedicto, 2012; Ciriquián, 2014; Mera & Fosado, 2022). Se concluye que GeoGebra Classroom potencia la comprensión conceptual, favorece el aprendizaje activo y constituye una alternativa metodológica eficaz frente a los métodos tradicionales, especialmente en el tratamiento de contenidos abstractos de la matemática escolar, promoviendo mejores resultados académicos.

Palabras clave: geogebra, funciones, bachillerato, grupo experimental, rendimiento académico

*Artículo recibido 05 junio 2025
Aceptado para publicación: 25 julio 2025*



Impact of Using GeoGebra Classroom on the Learning of Functions in High School Students

ABSTRACT

This study analyzes the impact of using GeoGebra Classroom as a didactic resource for learning mathematical functions among students in the Unified General Baccalaureate. The research involved a sample of 56 students, equally divided into an experimental group (using GeoGebra) and a control group (traditional methodology). A quasi-experimental design was employed, including pretests, posttests, and a satisfaction survey. Results showed a significant improvement in the experimental group (posttest mean = 8.53) compared to the control group (mean = 6.40), with statistically significant differences ($p = 0.000$). Additionally, students' perceptions were largely positive, highlighting the software's ease of use, increased motivation, and usefulness in visualizing complex concepts. The study is grounded in the theoretical frameworks of Vygotsky and Ausubel, which support the use of technological tools as mediators of meaningful learning. Previous research also demonstrates the effectiveness of GeoGebra in teaching functions (Benedicto, 2012; Ciriquián, 2014; Mera & Fosado, 2022). It is concluded that GeoGebra Classroom enhances conceptual understanding, fosters active learning, and represents an effective methodological alternative to traditional methods, especially when addressing abstract mathematical content. The evidence suggests that this tool not only improves academic performance but also contributes to transforming pedagogical practices toward more dynamic and inclusive approaches in mathematics education.

Keywords: geogebra, functions, high school, experimental group, academic performance



INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las funciones constituye uno de los pilares de la formación matemática en el nivel de bachillerato, debido a su amplia aplicabilidad en diversas disciplinas como la física, la economía, la biología, la computación y la estadística. Las funciones permiten modelar situaciones reales, representar relaciones entre variables y desarrollar el pensamiento algebraico y gráfico. No obstante, los resultados obtenidos por los estudiantes en esta área suelen ser bajos, tanto a nivel nacional como internacional, lo que refleja dificultades persistentes en su comprensión (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021; OECD, 2019). Estas dificultades están asociadas, en gran medida, al uso exclusivo de metodologías tradicionales, centradas en la exposición teórica y en la resolución mecanizada de ejercicios, lo cual limita la motivación, la autonomía y el aprendizaje significativo.

Ante este panorama, surge la necesidad de incorporar recursos tecnológicos que actúen como mediadores del aprendizaje y que permitan representar los conceptos matemáticos de forma visual, dinámica e interactiva. Uno de los recursos que ha demostrado mayor eficacia es GeoGebra, un software educativo libre que combina geometría, álgebra, estadística y cálculo en un entorno amigable y manipulable. GeoGebra posibilita que los estudiantes construyan y experimenten con representaciones gráficas de funciones, observando en tiempo real cómo cambian sus propiedades al modificar sus parámetros (Benedicto, 2012; Saldaña, 2019).

Desde una perspectiva teórica, el uso de GeoGebra se fundamenta en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1983), quien plantea que la adquisición de nuevos conocimientos es más efectiva cuando estos se relacionan con las ideas previas del estudiante. Asimismo, la teoría sociocultural de Vygotsky (1979) resalta el papel de los instrumentos culturales como mediadores del desarrollo cognitivo. En este sentido, GeoGebra funciona como una herramienta mediadora que facilita la comprensión, el razonamiento y la construcción activa del conocimiento matemático.

Diversos estudios respaldan la efectividad de GeoGebra en la enseñanza de funciones matemáticas. Por ejemplo, Mera y Fosado (2022) destacaron que el uso de este software promovió significativamente el aprendizaje autónomo de los estudiantes durante el contexto de la pandemia, especialmente en contenidos complejos como las funciones polinómicas.



La propuesta metodológica implementada permitió una mayor interacción con los conceptos matemáticos, facilitando su comprensión a través de representaciones gráficas dinámicas e intuitivas. En este contexto, el presente estudio tiene como propósito analizar el impacto del uso de GeoGebra Classroom en el aprendizaje de funciones, evaluando su influencia tanto en el rendimiento académico como en la percepción estudiantil.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a analizar el efecto del uso del aula virtual GeoGebra Classroom en el aprendizaje de las funciones en estudiantes del Bachillerato General Unificado. El diseño de la investigación fue cuasiexperimental, ya que buscó identificar relaciones causales entre el uso de GeoGebra y el rendimiento académico en el aprendizaje de funciones, al tiempo que propuso una solución educativa práctica a una problemática identificada en el contexto escolar (Hernández, et al., 2014).

El estudio se desarrolló durante un período lectivo en una unidad educativa ubicada en la parroquia Bellavista del cantón Cuenca, provincia de Azuay, Ecuador. La población del estudio estuvo conformada por 226 estudiantes de primero, segundo y tercero de Bachillerato General Unificado. De ellos, 111 pertenecían a los paralelos A de cada curso, grupo del cual se seleccionaron 28 estudiantes que conformaron el grupo de control, quienes recibieron clases mediante una metodología tradicional, predominantemente expositiva. Los 115 estudiantes restantes correspondían a los paralelos B; de este grupo se eligieron 28 estudiantes que integraron el grupo experimental, el cual trabajó los mismos contenidos a través de actividades apoyadas en GeoGebra Classroom. Este tipo de muestreo intencional es común en estudios educativos donde no es posible una asignación aleatoria, pero se requiere comparabilidad (Cook & Campbell, 1979). Para escoger los 28 estudiantes de cada grupo, se realizó un muestreo intencional basado en criterios de asistencia regular a clases para garantizar la exposición continua a las metodologías aplicadas, nivel de desempeño académico similar en matemáticas para asegurar la equivalencia de los grupos antes del tratamiento, ausencia de necesidades educativas especiales que pudieran requerir adaptaciones a las metodologías implementadas y equilibrio de género para mantener un equilibrio en la representatividad demográfica. Estas condiciones contribuyen a la validez interna del diseño cuasiexperimental (Shadish, Cook & Campbell, 2002).



Para la recolección de datos se utilizaron tres instrumentos: un pretest y un postest diseñados por los investigadores para medir el nivel de comprensión de las funciones antes y después de la intervención, y una encuesta de satisfacción con preguntas enfocadas en evaluar la percepción del uso de GeoGebra como herramienta didáctica para facilitar el aprendizaje de funciones matemáticas, considerando aspectos como la comprensión de contenidos, la efectividad en la enseñanza, la motivación estudiantil, el acceso a la herramienta y la facilidad de uso de su interfaz, estructuradas con escala Likert de 5 puntos (“Totalmente en desacuerdo”, “En desacuerdo”, “De acuerdo”, “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, “Totalmente de acuerdo”). Este tipo de escala es ampliamente validado en estudios de percepción educativa (Likert, 1932; Oviedo & Campo-Arias, 2005).

Con base en la información de la tesis utilizada para redactar este artículo, la validez y confiabilidad se analizaron de la siguiente forma:

«Los instrumentos fueron validados por juicio de expertos y sometidos a una prueba piloto para asegurar su confiabilidad. Para determinar la confiabilidad interna del instrumento, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.87, lo cual indica un alto nivel de consistencia interna de los ítems utilizados para evaluar el aprendizaje de funciones matemáticas y la percepción sobre el uso de GeoGebra Classroom» (Oviedo & Campo-Arias, 2005).

Para el análisis de los datos obtenidos en el pretest y postest, se emplearon estadísticos descriptivos, como promedios y desviación estándar. Con el objetivo de garantizar la equivalencia Para asegurar la equivalencia inicial entre los grupos y garantizar la validez de los resultados, se aplicó una prueba t de Student para muestras independientes en el pretest. Posteriormente, se recurrió a pruebas t para muestras relacionadas con el fin de evaluar los avances intragrupo antes y después de implementar la estrategia didáctica con GeoGebra Classroom. Finalmente, se repitió la prueba t para muestras independientes en el postest, con el objetivo de determinar el efecto de dicha estrategia en comparación con la metodología tradicional de enseñanza. La discusión sobre los resultados de la encuesta de satisfacción se basó en el análisis porcentual. Este procedimiento metodológico es coherente con estudios previos como el desarrollado por Kodotasiry et al. (2024), quienes también emplearon pruebas t independientes y pareadas para evaluar el impacto de GeoGebra en contextos educativos similares.



Durante el desarrollo de la propuesta didáctica, se implementó una secuencia de clases estructurada en seis sesiones, en las cuales se abordaron distintos tipos de funciones utilizando GeoGebra como herramienta principal de exploración y visualización, donde cada sesión tuvo una duración aproximadamente 90 minutos. A continuación, se describe cada una de las sesiones:

- **Sesión 1:** Introducción a GeoGebra Classroom, explicación de la interfaz y exploración inicial de funciones lineales mediante representaciones gráficas interactivas.
- **Sesión 2:** Estudio detallado de funciones cuadráticas, analizando variaciones en sus parámetros mediante manipulación dinámica de gráficos y tablas.
- **Sesión 3:** Exploración de funciones con valor absoluto, enfatizando el análisis visual y algebraico, con actividades prácticas para comprender cambios gráficos al modificar parámetros.
- **Sesión 4:** Análisis de funciones racionales, identificando asíntotas, dominio y rango mediante exploración interactiva en GeoGebra, facilitando el entendimiento visual del comportamiento de estas funciones.
- **Sesión 5:** Trabajo práctico con funciones polinomiales, aplicando simulaciones gráficas para analizar raíces, puntos críticos y comportamiento general del gráfico en distintas situaciones.
- **Sesión 6:** Introducción y análisis de funciones exponenciales, mediante el uso interactivo de GeoGebra, destacando aspectos clave como crecimiento y decrecimiento, así como aplicaciones prácticas en contextos reales.

En todas las sesiones, el docente actuó como facilitador, guiando a los estudiantes en la realización de actividades prácticas y colaborativas para consolidar un aprendizaje significativo.

En términos éticos, se garantizó el anonimato de los participantes y el uso responsable de los datos recogidos. Se obtuvo el consentimiento informado de los representantes legales y de las autoridades institucionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados cuantitativos del pretest

En la Tabla 1 se presentan los promedios y desviaciones estándar obtenidos en el pretest por los grupos experimental y de control.



Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar en los grupos experimental y control (pretest)

Grupo	Prueba	Media	Desviación estándar
Experimental	Pretest	5.73	1.40
Control	Pretest	5.20	1.60

Fuente: (Córdova, 2023)

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en la prueba T de Student para muestras independientes.

Tabla 2. Prueba T de Student para muestras independientes (pretest)

Comparación	Levene	t	gl	p (bilateral)
Experimental vs. Control	P = 0,253 (varianzas homogéneas)	1,331	54	0,189

Fuente: (Córdova, 2023)

Se pretende determinar si los grupos tenían rendimientos estadísticamente equivalentes antes de aplicar la estrategia didáctica basada en GeoGebra, lo cual es esencial para atribuir posteriormente los cambios a la intervención. Para ello, se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa en las medias del pretest entre el grupo experimental y el grupo control.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe una diferencia significativa entre las medias del pretest entre ambos grupos.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

DISCUSIÓN

El análisis de los resultados muestra que el grupo experimental alcanzó un rendimiento promedio significativamente superior ($M = 8,53$), superando el umbral de aprobación ($7/10$), lo que evidencia una comprensión sólida del contenido tras la implementación de GeoGebra Classroom. En contraste, el grupo control, aunque también mejoró, obtuvo una media de $M = 6,40$, permaneciendo por debajo del nivel mínimo requerido; lo que indica que las metodologías tradicionales no permiten un dominio adecuado del contenido. Este hallazgo coincide con el de Ansong, et al.,(2021), quienes encontraron que los estudiantes que utilizaron GeoGebra obtuvieron un promedio mayor ($M = 65,23$) comparado con el grupo control ($M = 54,70$), tras aplicar una prueba t de muestras independientes $t(388) = -9,31$, $p < .001$ en contextos similares de enseñanza de geometría.



Esta diferencia de más de dos puntos refleja no solo una significancia estadística, sino también una relevancia pedagógica considerable. La utilización de GeoGebra como herramienta tecnológica demostró potenciar el aprendizaje activo y favorecer una mejor visualización de conceptos matemáticos complejos, fortaleciendo la integración del conocimiento algebraico y gráfico. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Benedicto (2012), quien destaca que GeoGebra facilita la comprensión visual y dinámica de conceptos abstractos, favoreciendo el aprendizaje significativo y activo del estudiantado.

Asimismo, la investigación realizada por Saldaña (2019) respalda la efectividad de GeoGebra en la comprensión gráfica de funciones, enfatizando que este tipo de software ofrece una interfaz amigable que permite a los estudiantes interactuar directamente con los contenidos matemáticos, incrementando su motivación e interés. Esto se refleja en los resultados positivos observados en la percepción estudiantil, donde la mayoría destacó la herramienta como efectiva y motivadora.

Desde un enfoque teórico-pedagógico, estos resultados encuentran respaldo en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, la cual sostiene que la interacción directa con materiales visuales e interactivos facilita conexiones cognitivas profundas, mejorando la retención y comprensión del conocimiento (Ausubel, 1983). Igualmente, la teoría sociocultural de Vygotsky subraya el papel esencial de las herramientas mediadoras, como GeoGebra, en el proceso de construcción social del aprendizaje, promoviendo la colaboración y el desarrollo autónomo del conocimiento mediante la interacción constante entre pares y docentes (Vygotsky, 1979).

Finalmente, los hallazgos también indican que GeoGebra Classroom proporciona una respuesta más inclusiva y equitativa frente a la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje presentes en los estudiantes. Esto resulta particularmente relevante en contextos educativos donde los métodos tradicionales han demostrado limitaciones significativas para responder adecuadamente a las necesidades individuales y colectivas del alumnado, como también lo destaca el Ministerio de Educación del Ecuador (2021) al promover el uso de TIC para una enseñanza personalizada y de calidad.



Resultados cuantitativos del postest

En la Tabla 3 se presentan los promedios y desviaciones estándar obtenidos en el postest por los grupos experimental y de control.

Tabla 3. Promedios y desviaciones estándar en los grupos experimental y control (postest)

Grupo	Prueba	Media	Desviación estándar
Experimental	Postest	8.53	1.06
Control	Postest	6.40	1.32

Fuente: (Córdova, 2023)

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en la prueba T de Student para muestras independientes.

Tabla 4. Prueba T de Student para muestras independientes (postest)

Comparación	Levene	t	gl	p (bilateral)
Experimental vs. Control	P = 0,506 (varianzas homogéneas)	6,652	54	0,000

Fuente: (Córdova, 2023)

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos en la prueba T de Student para muestras independientes.

Tabla 5. Prueba T de Student para muestras relacionadas por grupo (antes vs. después)

Comparación	Diferencia media	t	gl	p (bilateral)
Experimental	-2,80	-9,428	54	0,000
Control	-1,20	-3,018	54	0,005

Fuente: (Córdova, 2023)

Se pretende comparar directamente el efecto de la estrategia didáctica basada en el uso de GeoGebra respecto a la metodología tradicional predominantemente expositiva, identificando si las diferencias observadas son estadísticamente significativas. Para ello, se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa en las medias del pretest entre el grupo experimental y el grupo control.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe una diferencia significativa entre las medias del pretest entre ambos grupos.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$



El valor p es menor que 0.05, por tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 . Existe evidencia de diferencia estadísticamente significativa entre los grupos experimental y control en el postest.

Adicionalmente, es recomendable evaluar los avances internos en cada uno de los grupos participantes en esta investigación. En consecuencia, se plantean las siguientes (grupos experimental y control):

Hipótesis nula (H_0): No hay mejora significativa entre el pretest y el postest.

Hipótesis alternativa (H_1): Hay mejora significativa entre el pretest y el postest.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

A partir de la diferencia media de -2,80 y un valor de $p = 0,000$ en el grupo experimental, se concluye que existe una mejora significativa en el postest en comparación con el pretest. De igual forma, en el grupo control se observa una diferencia media de -1,20 con un valor de $p = 0,005$, lo que también indica una mejora significativa, aunque de menor magnitud. En consecuencia, se puede afirmar que el grupo experimental presentó una mejora más notable y consistente.

DISCUSIÓN

El análisis de los resultados muestra que el grupo experimental alcanzó un rendimiento promedio significativamente superior (media = 8.53) al requerido para la aprobación (7/10), evidenciando una comprensión sólida y efectiva del contenido luego de utilizar GeoGebra Classroom. En contraste, el grupo control, aunque experimentó una mejora, permaneció por debajo del umbral mínimo (media = 6.40), lo que indica que las metodologías tradicionales no proporcionaron un dominio suficiente para asegurar un aprendizaje adecuado.

Esta diferencia de más de dos puntos refleja no solo una significancia estadística, sino también una relevancia pedagógica considerable. La utilización de GeoGebra como herramienta tecnológica demostró potenciar el aprendizaje activo y favorecer una mejor visualización de conceptos matemáticos complejos, fortaleciendo la integración del conocimiento algebraico y gráfico. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Benedicto (2012), quien destaca que GeoGebra facilita la comprensión visual y dinámica de conceptos abstractos, favoreciendo el aprendizaje significativo y activo del estudiantado.



Asimismo, la investigación realizada por Saldaña (2019) respalda la efectividad de GeoGebra en la comprensión gráfica de funciones, enfatizando que este tipo de software ofrece una interfaz amigable que permite a los estudiantes interactuar directamente con los contenidos matemáticos, incrementando su motivación e interés.

Esto se refleja en los resultados positivos observados en la percepción estudiantil, donde la mayoría destacó la herramienta como efectiva y motivadora.

Desde un enfoque teórico-pedagógico, estos resultados encuentran respaldo en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, la cual sostiene que la interacción directa con materiales visuales e interactivos facilita conexiones cognitivas profundas, mejorando la retención y comprensión del conocimiento (Ausubel, 1983).

Igualmente, la teoría sociocultural de Vygotsky subraya el papel esencial de las herramientas mediadoras, como GeoGebra, en el proceso de construcción social del aprendizaje, promoviendo la colaboración y el desarrollo autónomo del conocimiento mediante la interacción constante entre pares y docentes (Vygotsky, 1979).

Finalmente, los hallazgos también indican que GeoGebra Classroom proporciona una respuesta más inclusiva y equitativa frente a la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje presentes en los estudiantes. Esto resulta particularmente relevante en contextos educativos donde los métodos tradicionales han demostrado limitaciones significativas para responder adecuadamente a las necesidades individuales y colectivas del alumnado.

Percepción de los estudiantes sobre el uso de GeoGebra

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la encuesta de satisfacción sobre las percepciones que tiene los estudiantes que conformaron la muestra del grupo experimental sobre el uso de GeoGebra.



Tabla 6. Encuesta de percepción de los estudiantes sobre el uso de GeoGebra

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
¿GeoGebra ayuda a comprender mejor los temas sobre el estudio de funciones?	64 %	22 %	7 %	7 %	0%
¿Las evaluaciones de funciones serían más efectivas mediante el uso de GeoGebra?	53 %	36 %	11 %	0 %	0%
¿GeoGebra podría mejorar tus conocimientos respecto a los tipos de funciones?	61 %	32 %	7 %	0 %	0%
¿GeoGebra brinda el apoyo necesario para aprender sobre las funciones?	57 %	29 %	7 %	3 %	0%
¿Las clases dadas con el uso de GeoGebra fueron efectivas y motivadoras?	32 %	50 %	14 %	4 %	0%
¿Quieres que se realicen más actividades con GeoGebra para el aprendizaje de las funciones?	46 %	43 %	7 %	4 %	0%
¿Quieres utilizar GeoGebra para el aprendizaje de diferentes temas de matemática?	47 %	39 %	7 %	7 %	0%
¿Consideras que GeoGebra tiene una interfaz de fácil manejo?	43 %	46 %	4 %	7 %	0%

Fuente: (Córdova, 2023)



Los resultados reflejan una percepción mayoritariamente positiva de los estudiantes respecto al uso de GeoGebra en el aprendizaje de funciones matemáticas. En todas las preguntas, los porcentajes de respuesta se concentran principalmente en las opciones “totalmente de acuerdo” y “de acuerdo”, lo que indica una alta aceptación de la herramienta. En particular, destacan las afirmaciones relacionadas con la comprensión de los temas y el apoyo al aprendizaje, donde más del 80% de los estudiantes manifiestan acuerdos firmes. Además, los datos sugieren que GeoGebra no solo facilita el aprendizaje de las funciones, sino que también impacta favorablemente en la motivación del alumnado y en su disposición a participar en futuras actividades con la plataforma. Estos hallazgos respaldan su integración como recurso didáctico eficaz y atractivo, valorado no solo por su utilidad conceptual sino también por su facilidad de uso y potencial para diversificar la enseñanza matemática.

Estas percepciones positiva coincide con lo planteado por Ciriquíán (2014), quien evidenció que los estudiantes desarrollan mayor interés y autonomía al trabajar con herramientas visuales e interactivas. Así también, se alinea con la teoría de Vygotsky (1979), al considerar que el aprendizaje se potencia mediante el uso de mediadores culturales, como lo es el software GeoGebra.

Síntesis crítica

La mejora significativa en el rendimiento académico y la alta valoración del recurso digital, confirman que el uso de GeoGebra Classroom no solo representa una estrategia efectiva, sino también una vía para transformar las prácticas pedagógicas tradicionales hacia enfoques más activos, inclusivos y contextualizados. Esta evidencia corrobora lo sostenido por el Ministerio de Educación del Ecuador (2021), que promueve el uso de tecnologías educativas como recurso para fortalecer la calidad del aprendizaje en matemáticas.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados muestra que el grupo experimental alcanzó un rendimiento promedio significativamente superior (media = 8.53) al requerido para la aprobación (7/10), evidenciando una comprensión sólida y efectiva del contenido luego de utilizar GeoGebra Classroom. En contraste, el grupo control, aunque experimentó una mejora, permaneció por debajo del umbral mínimo (media = 6.40), lo que indica que las metodologías tradicionales no proporcionaron un dominio suficiente para asegurar un aprendizaje adecuado.



Esta diferencia de más de dos puntos refleja no solo una significancia estadística, sino también una relevancia pedagógica considerable. La utilización de GeoGebra como herramienta tecnológica demostró potenciar el aprendizaje activo y favorecer una mejor visualización de conceptos matemáticos complejos, fortaleciendo la integración del conocimiento algebraico y gráfico. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Benedicto (2012), quien destaca que GeoGebra facilita la comprensión visual y dinámica de conceptos abstractos, favoreciendo el aprendizaje significativo y activo del estudiantado.

Asimismo, la investigación realizada por Saldaña (2019) respalda la efectividad de GeoGebra en la comprensión gráfica de funciones, enfatizando que este tipo de software ofrece una interfaz amigable que permite a los estudiantes interactuar directamente con los contenidos matemáticos, incrementando su motivación e interés. Esto se refleja en los resultados positivos observados en la percepción estudiantil, donde la mayoría destacó la herramienta como efectiva y motivadora.

Desde un enfoque teórico-pedagógico, estos resultados encuentran respaldo en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, la cual sostiene que la interacción directa con materiales visuales e interactivos facilita conexiones cognitivas profundas, mejorando la retención y comprensión del conocimiento (Ausubel, 1983). Igualmente, la teoría sociocultural de Vygotsky subraya el papel esencial de las herramientas mediadoras, como GeoGebra, en el proceso de construcción social del aprendizaje, promoviendo la colaboración y el desarrollo autónomo del conocimiento mediante la interacción constante entre pares y docentes (Vygotsky, 1979). Los aspectos específicos de la estrategia que contribuyeron al éxito incluyen la manipulación directa de gráficos dinámicos, la posibilidad de realizar modificaciones instantáneas y la retroalimentación visual inmediata proporcionada por GeoGebra. Estos elementos permitieron a los estudiantes experimentar activamente con los conceptos matemáticos, promoviendo un aprendizaje autónomo y colaborativo. Durante la implementación se observaron condiciones favorables como el interés y la participación activa de los estudiantes, así como un adecuado soporte por parte del docente facilitador. Sin embargo, también surgieron algunas limitaciones que podrían haber influido en los resultados, tales como dificultades ocasionales de acceso a internet, disponibilidad limitada de dispositivos tecnológicos para algunos estudiantes y ciertas barreras iniciales en el manejo de la herramienta por parte del alumnado y el docente.



Para futuras investigaciones se recomienda explorar la efectividad de GeoGebra en diferentes contextos educativos, considerando un mayor período de intervención para analizar la consolidación del aprendizaje a largo plazo. Además, sería útil examinar con más detalle las posibles relaciones entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes y la eficacia del uso de GeoGebra, así como evaluar la efectividad comparativa con otras herramientas digitales similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ansong, E. K., Wiafe, D. A., & Amankwah, R. (2021). Application of GeoGebra to Improve Academic Performance of Students in Geometry. *International Journal of Computer Applications*, 183(29), 26–32. <https://ijcaonline.org/archives/volume183/number29/32114-2021921671/> (ijcaonline.org)
- Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Benedicto, M. (2012). *Utilización del programa GeoGebra para la enseñanza y aprendizaje de las funciones matemáticas* [Tesis de maestría, Universidad de Valencia]. <https://roderic.uv.es/handle/10550/27054>
- Ciriquíán, J. L. (2014). *GeoGebra como recurso didáctico en el aprendizaje de funciones*. *Revista Digital Matemática: Educación y Tecnología*, 13(3), 47–62. <https://www.revista-et.com/funciones-geogebra/>
- Córdova Andrade, A. E. (2023). *Uso de GeoGebra en el aprendizaje de las funciones* [Tesis de maestría, Universidad Técnica Particular de Loja]. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Kodotasiry, A. (2024). A case of GeoGebra in learning geometry in secondary schools: Experimental evaluation using independent and paired t-tests (Master's thesis, University of Texas Rio Grande Valley). ScholarWorks@UTRGV. <https://scholarworks.utrgv.edu/etd/1148/>
- Mera, M., & Fosado, J. (2022). *El uso de GeoGebra en el aprendizaje autónomo durante la pandemia*. *Revista Científica Educación Digital*, 4(2), 33–44. <https://doi.org/10.55946/eced.v4i2.85>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Currículo de Bachillerato General Unificado*. <https://educacion.gob.ec>



- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.
- OECD. (2019). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Oviedo, H. C., & Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572–580.
- Saldaña, F. P. (2019). Uso de GeoGebra como estrategia de aprendizaje en la enseñanza de las funciones. VII, 27–33.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference* (2.^a ed.). Houghton Mifflin. (scholars.northwestern.edu)
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica.

