

DOI:

IMPACTO DE GEOGEBRA EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES NUMÉRICAS EN ESTUDIANTES DE PRIMERO DE BACHILLERATO EN CIENCIAS.

GEOGEBRA EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES NUMÉRICAS.

AUTORES:

Luis Francisco Meza-Holguin[1]

Manuel Wilmer Morán González[2]

Dimas Geovanny Vera Pisco[3]

Diego Sornoza-Parrales[4]

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:

Dimas Geovanny Vera Pisco, (calles Amazonas y Villamil, dverap@uees.edu.com, dimas.vera@unesum.ed.ec,093 904 1350)

Fecha de recepción:

Fecha de aceptación:

RESUMEN

GeoGebra es un software educativo interactivo que combina el aprendizaje de geometría, algebra, estadística y cálculo en un mismo entorno dinámico de aprendizaje, permite entender con mayor facilidad la resolución de problemas matemáticos, fomentando el aprendizaje participativo y significativo. Este artículo analiza el impacto del uso de GeoGebra en el desarrollo de habilidades

[1] Licenciado en Ciencias de la Educación mención Informática. Maestrante Universidad de Especialidades Espíritu Santo, luis.mezah@uees.edu.ec, https://orcid.org/0009-0005-4479-1486, Guayas, Ecuador.
[2] Licenciado en Ciencias de la Educación mención Informática. Maestrante Universidad de Especialidades Espíritu Santo, https://orcid.org/0009-0002-6655-405X, manuel.moran@uees.edu.ec, Guayas, Ecuador.
[3] Magister en Educación Mención en Enseñanza de la Matemática, Magister en Matemática, Ingeniero Civil. 3. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Universidad Estatal del Sur de Manabí. dverap@uees.edu.com, dimas.vera@unesum.ed.ec, https://orcid.org/0000-0002-3524-0907. Jipijapa, Ecuador.
[4] Doctor en estudios educativos en el campo de la política crítica, equidad y liderazgo, Docente agregado. Ph. D. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. diego.sornoza@unesum.edu.ec, https://orcid.org/0000-0001-9319-9298.

© Vicerrectorado Académico de la Universidad Laica *Eloy Alfaro* de Manabí, Ecuador.

numéricas en estudiantes de primero de bachillerato en ciencias en el cantón Pedro Carbo. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi experimental de grupos de control y tratamiento. La muestra estuvo compuesta por 70 estudiantes distribuidos en dos paralelos: uno asignado como grupo de control, que recibió clases mediante métodos tradicionales y otro como grupo experimental, que utilizo la herramienta GeoGebra para el aprendizaje de funciones lineales, afines y cuadráticas. Se aplicaron pruebas diagnósticas (pretest) y sumativas (postest) en ambos grupos. El análisis estadístico, realizado con Microsoft Excel 2023, incluyó medidas descriptivas e inferenciales. Los resultados mostraron una mejora en ambos grupos, aunque significativamente mayor en el grupo experimental. La media del grupo experimental aumentó de 7,47 a 8,80, y la desviación estándar disminuyo, indicando homogeneidad en los logros. El estadístico x (3,3096) y el p-value (<0,001) confirmaron la existencia de una diferencia estadísticamente significativa, mientras que en el grupo de control la diferencia no fue significativa (z=0,8143); p>0,05). El uso de GeoGebra demostró ser una estrategia pedagógica eficaz para fortalecer el razonamiento algebraico, la comprensión de funciones y visualización matemática, contribuyendo así a una mejora significativa en el rendimiento académico en matemáticas.

PALABRAS CLAVES: Software educativo, aplicación interactiva, funciones, resolución gráfica, innovación educativa.

Impact of GeoGebra on the Development of Numerical Competencies in First – Year Science Baccalaureate Students.

ABSTRACT

GeoGebra is an interactive educational software that combines the learning of geometry, algebra, statistics, and calculus within a dynamic learning environment. It facilitates easier understanding of mathematical problem-solving, promoting participatory and meaningful learning. This article analyzes the impact of using GeoGebra on the development of numerical skills in first-year science high school students in the Pedro Carbo canton. A quantitative approach was used, with a quasi-experimental design involving control and treatment groups. The sample consisted of 70 students distributed into two classes: one assigned as the control group, which received lessons through traditional methods, and the other as the experimental group, which used GeoGebra as a tool for learning linear, affine, and quadratic functions. Diagnostic (pretest) and summative (posttest) assessments were applied to both groups. Statistical analysis, conducted with Microsoft Excel 2023, included descriptive and inferential measures. The results showed improvement in both groups, although significantly greater in the experimental

group. The mean score of the experimental group increased from 7.47 to 8.80, and the standard deviation decreased, indicating greater homogeneity in achievements. The test statistic ($z = 3.3096$) and the p-value (<0.001) confirmed the existence of a statistically significant difference, while in the control group the difference was not significant ($z = 0.8143$; $p > 0.05$). The use of GeoGebra proved to be an effective pedagogical strategy for strengthening algebraic reasoning, understanding functions, and enhancing mathematical visualization, thus contributing to a significant improvement in academic performance in mathematics.

KEYWORDS: Educational software, interactive application, functions, graphical solution, educational innovation.

INTRODUCCIÓN

La educación matemática en América Latina enfrenta desafíos significativos. Según el informe "El estado de la educación en América Latina y el Caribe 2023" del Banco Interamericano de Desarrollo, tres de cada cuatro estudiantes en la región no alcanzan el nivel mínimo de competencias en matemáticas, una proporción considerablemente mayor que el promedio de la OCDE, donde solo tres de cada diez estudiantes presentan esta deficiencia (Arias et al. 2023).

Los resultados obtenidos por Ecuador en la evaluación PISA para el Desarrollo (PISA-D) 2017 evidencian una seria problemática en el desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes de 15 años, quienes alcanzaron un puntaje promedio de 377, situándose por debajo del estándar internacional, y con un 70,9% que no logró superar el nivel mínimo de competencia (nivel 2). Este bajo rendimiento se ve acentuado por desigualdades estructurales, ya que los estudiantes de nivel socioeconómico alto tienen más del triple de probabilidades de alcanzar un desempeño aceptable, y existe una brecha de 20 puntos a favor de los hombres, equivalente a casi un año escolar. Estas deficiencias reflejan la necesidad urgente de implementar estrategias pedagógicas inclusivas y diferenciadas que permitan mejorar estos promedios y garantizar una educación matemática equitativa y de calidad (INEVAL, 2018, pp. 12-14).

Los resultados del Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE) evidencian una problemática persistente en el aprendizaje de matemáticas en

estudiantes ecuatorianos de educación básica. En 3.º y 6.º grado, el país alcanzó un puntaje promedio de 700 puntos en ambas evaluaciones, ubicándose en el promedio regional; sin embargo, el 70,5% de los estudiantes de 3.º grado y el 82,8% de los 6.º grado se concentraron en los niveles I y II de desempeño, lo que indica que no dominan habilidades fundamentales como resolver problemas con operaciones básicas o interpretar información en gráficos y tablas. Esta situación revela limitaciones estructurales en los enfoques pedagógicos, que requieren estrategias de mejora curricular y metodológica para fortalecer el pensamiento matemático desde los primeros años escolares (OREAALC/UNESCO, 2015, pp. 6-8).

Los resultados de la evaluación Ser Estudiante 2022-2023 evidencian una problemática significativa en el desarrollo del pensamiento matemático en los niveles de Educación General Básica Superior y Bachillerato General Unificado. En EGB superior, el promedio nacional fue de 703 puntos, pero el 4% de los estudiantes se ubicó en el nivel elemental, sin alcanzar plenamente los aprendizajes esperados. En BGU, el promedio fue de 696 puntos, con un 75,7% de estudiantes por debajo del nivel mínimo de competencia (700 puntos), reflejando limitaciones en la comprensión y aplicación de conceptos fundamentales y avanzados como ecuaciones, funciones, derivadas e integrales. Esta situación plantea la necesidad urgente de implementar estrategias pedagógicas más efectivas y contextualizadas que fortalezcan el aprendizaje significativo de las matemáticas en ambos niveles (INEVAL. 2023).

En la evaluación Ser Bachiller 2019, los estudiantes de la Unidad Educativa en estudio, alcanzaron un promedio de 8,01/10 en Matemática, resultado que, si bien refleja un desempeño superior al promedio nacional, evidencia deficiencias en áreas clave del razonamiento matemático. Los porcentajes de aciertos en los grupos temáticos fueron de 59% en Álgebra y Funciones, 55% en Geometría y Medida, y 51% en Estadísticas y Probabilidad, lo que sugiere limitaciones en la resolución de funciones, programación lineal y análisis estadístico. Esta problemática revela la necesidad de fortalecer las estrategias pedagógicas en estos contenidos específicos, con el fin de consolidar un aprendizaje más profundo y sostenido en el área de matemática (INEVAL, 2020).

Habilidades numéricas en el currículo de bachillerato

Las habilidades numéricas constituyen un conjunto de capacidades relacionadas con el manejo y comprensión de los números, la operación con cantidades, el razonamiento lógico y la solución de problemas matemáticos. El currículo del primero de bachillerato, estas habilidades están presentes en la asignatura de Matemáticas y se enfoca en temas como operaciones con números reales, resolución de ecuaciones, sistemas de coordenadas, funciones lineales, afín y cuadráticas (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022).

Estas habilidades no solo son esenciales para el desarrollo académico, sino también para la vida cotidiana y el ejercicio de la ciudadanía. En un mundo basado en datos y tecnología, la alfabetización numérica se vuelve fundamental para tomar decisiones informadas y resolver problemas complejos. El conocimiento no es una simple copia de la realidad objetiva, sino que es activamente creado por el individuo mediante la interacción y la experiencia con su entorno (Sánchez, Cristóbal & Vera, 2024, p.223).

El desarrollo de habilidades numéricas implica una serie de proceso cognitivos como la memoria operativa, la atención selectiva, la abstracción y la capacidad de simbolización. Según Piña y Rodríguez (2021), los estudiantes que desarrollan con éxito estas habilidades suelen tener una mayor disposición para enfrentar desafíos matemáticos, mayor flexibilidad para aplicar estrategias y una comprensión más sólida de los conceptos subyacentes. La enseñanza de las matemáticas ha evolucionado en muchos países, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje de los estudiantes (Sánchez, Cristóbal & Vera, 2024, p. 226).

La estimulación de estos procesos requiere metodologías activas que promuevan la reflexión, el análisis y la conexión entre representaciones matemáticas. El uso de herramientas digitales como GeoGebra favorece la activación de distintos canales cognitivos al permitir la manipulación dinámica de los objetos matemáticos.

Dificultades comunes en el aprendizaje de habilidades numéricas

El aprendizaje de las habilidades numéricas en el nivel de bachillerato presenta diversos desafíos que comprometen el desarrollo del pensamiento matemático. Entre las dificultades más frecuentes se encuentran la comprensión deficiente del valor posicional, la excesiva mecanización de algoritmos sin comprensión de su lógica subyacente, la limitada capacidad de razonamiento lógico-matemático, así como la falta de conexión entre los procedimientos aplicados y su significado conceptual. Estas debilidades suelen ser consecuencia de una enseñanza tradicional centrada en la memorización y en la obtención de respuestas correctas, sin considerar el proceso cognitivo del estudiante ni su comprensión profunda del contenido.

Osman et al., (2015) proponen que el pensamiento crítico matemático es un proceso de pensamiento continuo, que involucra adquirir y usar de manera apropiada habilidades cognitivas relacionadas con la matemática para mejorar la calidad de pensamiento al analizar de forma crítica, racional y razonable,

analizar e interpretar pensamientos (Arancibia et al., 2022). Esta afirmación subraya cómo la metodología empleada puede generar una visión reduccionista del aprendizaje matemático, alejando al estudiante de una comprensión significativa. El rol que desempeña el profesor de matemáticas es complejo y dinámico, porque en su labor inciden múltiples factores derivados del entorno sociocultural en el que se desenvuelve (Espíndola Artola et al., 2021, p. 66).

GeoGebra como herramienta educativa

La era digital ha traído consigo una nueva forma de aprender matemáticas, dónde el estudiante asume un rol activo en la construcción de su conocimiento, mediante simulaciones, programas de geometría dinámica, calculadoras gráficas y aplicaciones como GeoGebra. Herramientas tecnológicas han sido seleccionadas por su capacidad para generar interactividad, motivación y participación por parte de los estudiantes; elementos fundamentales para mejorar la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos (Cobos, Toro & Vera, 2024, p. 104).

GeoGebra es una plataforma digital de código abierto que integra múltiples áreas de las matemáticas: Álgebra, geometría, cálculo, estadística y análisis. Su principal característica es la posibilidad de vincular de forma dinámica diferentes representaciones matemáticas en un mismo entorno, lo cual facilita el aprendizaje y promueve la comprensión conceptual (Herrera & García, 2020).

GeoGebra permite crear construcciones interactivas, visual y sus funciones en tiempo real, Simular fenómenos matemáticos y realizar tareas de modelización, lo que la convierte en una herramienta poderosa tanto para los docentes como para estudiantes. Estas estrategias incrementan el interés de los alumnos por involucrarse en sus actividades académicas, lo que promueve el logro de un aprendizaje significativo (Vélez Quijije & Tejada Díaz, 2022, p. 63)

En Ecuador, la Universidad de San Francisco de Quito (2021) reportó hallazgos similares al implementar GeoGebra en bachillerato, donde los estudiantes mejoraron significativamente en la resolución de problemas algebraicos, especialmente en temas de funciones lineales. (Martínez et al. 2024). Estos resultados refuerzan la necesidad de incorporar tecnologías interactivas como parte integral del currículo matemático.

Existen estudios que demuestran los beneficios del uso de GeoGebra para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos (Alarcón & Mejía, 2022), sin embargo, persiste una brecha en torno a cómo esta herramienta impacta en el desarrollo de habilidades numéricas específicas como el razonamiento algebraico y la comprensión de funciones.

Esté artículo científico tiene como objetivo evaluar el impacto del uso de GeoGebra en el desarrollo de habilidades numéricas y la comprensión de funciones lineales, afines y cuadráticas en estudiantes de primero de bachillerato en ciencias, con el fin de determinar su eficacia como recurso didáctico innovador que contribuya a mejorar el rendimiento académico en matemáticas, frente a las limitaciones identificadas en evaluaciones nacionales e internacionales.

Esto permite formular la hipótesis (H_1) de que la implementación de la plataforma digital GeoGebra en el aula mejorará significativamente el desarrollo de habilidades numéricas en estudiantes de Primero bachillerato en Ciencias.

La hipótesis nula (H_0) postula qué, la plataforma digital GeoGebra en el aula no produce una diferencia significativa en el desarrollo de habilidades numéricas en los estudiantes de primero de bachillerato en Ciencias.

Desde una perspectiva epistemológica el presente artículo científico se sustenta en el enfoque constructivista, el cual postula que el conocimiento se construye activamente mediante la interacción con el entorno y el uso de herramientas cognitivas. Según (Piaget, 1970) aprender significa inventar o reconstruir el conocimiento, no repetir meramente lo que otros han dicho. Se deben incluir varios tipos de actividades, que son esenciales para construir esquemas (Navarrete et al. 2021).

El artículo científico involucra la epistemología pragmática de la educación matemática, que reconoce el valor de los entornos digitales interactivos en la mediación del conocimiento. La tecnológica, en este sentido, no es solo un recurso, sino un agente que transforma la experiencia de aprender matemáticas.

Estas consideraciones teóricas permiten sustentar la elección de un diseño metodológico que se abordará en las siguientes secciones mediante una metodología mixta integral, ya que busca valorar tanto los resultados académicos como los procesos pedagógicos involucrados en la implementación de tecnologías digitales en el aula.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente artículo se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, adoptando un diseño cuasi experimental con grupos de control y experimental. La

investigación cuantitativa se caracteriza por la recolección de datos numéricos, el uso de instrumentos estandarizados y el análisis estadístico para establecer patrones, relaciones o explicaciones objetivas (Creswell & Creswell, 2018, p. 150). Los diseños cuasi experimentales permiten establecer relaciones causales cuando no es posible la asignación aleatoria, utilizando grupos preexistentes para comparar los efectos de una intervención (Cook & Campbell, 1979, p. 3).

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la aplicación de una estrategia evaluativa práctica basada en la técnica de pretest y postest, lo que permitió medir los niveles de desarrollo de habilidades numéricas antes y después de la intervención educativa. El uso de prueba pretest y postest constituye una estrategia eficaz para medir el cambio producido por una intervención, ya que permite comparar el nivel de desempeño antes y después del tratamiento aplicado (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista-Lucio, 2014, p. 238).

La muestra estuvo conformada por dos grupos de estudiantes de primero de bachillerato en ciencias, pertenecientes a los paralelos "A" y "B", con un total de 35 estudiantes por grupos. En investigaciones educativas, trabajar con grupos intactos, como paralelos o clases naturales, es una práctica común en diseños cuasi experimentales (McMillan, 2016, p. 273).

El primero de bachillerato en ciencias paralelo "A" fue designado como grupo de control (GC), recibió la cátedra de funciones a través de métodos tradicionales y sin el uso de tecnología; mientras que primero bachillerato en ciencias paralelo "B", se denominó grupo experimental (GE), y recibió lecciones sobre la misma temática con el uso de la herramienta digital GeoGebra. Ambos grupos fueron evaluados en dos momentos: antes de la intervención pedagógica (pretest) y después de la misma (postest), con el fin de comparar los resultados obtenidos y determinar el impacto del uso de GeoGebra en el desarrollo de habilidades numéricas, tales como el razonamiento algebraico, la comprensión de funciones y el manejo de representaciones gráficas.

El procedimiento de recolección de datos se organizó en tres fases claramente diferenciadas. En la fase diagnóstica, se aplicó una evaluación inicial (pretest) a ambos grupos, mediante una prueba escrita compuesta por cinco ejercicios prácticos, con el propósito de identificar el nivel de habilidad de los estudiantes para resolver y graficar funciones lineales, afín y cuadráticas.

Durante la fase de intervención, que se extendió por tres semanas, el grupo experimental recibió clases utilizando la aplicación GeoGebra, mediante actividades diseñadas para fortalecer la comprensión de dichos contenidos.

Por su parte, el grupo de control abordó los mismos temas a través de recursos tradicionales, sin el uso de tecnologías digitales.

En la fase de evaluación final, se aplicó una evaluación sumativa (postest) con una prueba de estructura similar a la anterior, también con cinco ejercicios prácticos. La forma de aplicación difirió según el grupo: el grupo de control resolvió la prueba en formato físico, de manera convencional, mientras que el grupo experimental utilizó dispositivos tecnológicos.

Para el procedimiento de los datos se utilizó el software Microsoft Office Excel 2023. El análisis incluirá estadísticas descriptivas (media y desviación estándar) y comparaciones mediante pruebas t de student para muestras relacionadas independientes. Se consideró un nivel de significancia de $p<0,05$ para aceptar los resultados como estadísticamente relevantes. Este análisis permitió determinar diferencias significativas entre los puntajes obtenidos en las evaluaciones pretest y postest en ambos grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Se presentan los resultados obtenidos tras la aplicación del pretest y postest en los grupos de estudios, con el objetivo de analizar el efecto del uso de GeoGebra en el desarrollo y graficación de funciones lineales, afín y cuadráticas. Mediante un análisis estadístico descriptivo e inferencial.

En la Tabla 1, se observan los datos estadísticos descriptivos del grupo de control, un leve incremento en la media del postest (7,31) en comparación con el pretest (6,84), así como una disminución en la varianza.

Tabla 1.

Estadístico descriptivo del grupo de control (GC).

MEDIDA	PRETEST	POSTEST
Media	6,844285714	7,314285714
Varianza (conocida)	7,13	4,53
Desviación estándar	2,67	2,13
Observaciones	35	35

En la Tabla 2, se muestran los datos estadísticos inferenciales del grupo de control, la diferencia observada entre las medias (de 6,84 en el pretest a 7,31

en el postest) indicando una mejora numérica, sin embargo, al analizar el valor del estadístico Z = 0,8143 se observa que no supera el umbral crítico establecido de 1,95996. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula. Respaldados por el p value de 0,2077 que es mayor al nivel de significancia de 0,05 indicando ausencia de evidencia estadística suficiente para afirmar que existió una diferencia significativa entre ambos momentos de evaluación.

Tabla 2.

Estadístico inferencial del grupo de control (GC)

MEDIDA	PRETEST	POSTEST
Diferencia hipotética de las medias	0	
Z	-0,814296569	0,814296569
P(Z<=z) una cola	0,207737537	
Valor crítico de z (una cola)	1,644853627	
Valor crítico de z (dos colas)	0,415475075	
Valor crítico de z (dos colas)	1,959963985	

En la Tabla 3, los datos del estadístico inferencial del grupo de control se observan que los estudiantes obtuvieron una media mayor en el postest (8,80) en comparación con el pretest (7,47). También se observa una menor dispersión de los datos en el postest (desviación estándar de 1,30) frente al pretest (1,99), lo que sugiere una mejora y mayor homogeneidad en los resultados tras la intervención educativa.

Tabla 3.

Estadístico descriptivo del grupo experimental (GE)

MEDIDA	PRETEST	POSTEST
Media	7,471428571	8,8
Varianza (conocida)	3,96	1,68
Desviación estándar	1,99	1,3
Observaciones	35	35

En la Tabla 4, se muestra el estadístico inferencial del grupo experimental, el valor absoluto del estadístico Z (3,3096) es superior al valor crítico (1,9599), esto indica que está en la región de rechazo. El valor de p (0,000934) es menor al nivel de significancia de 0,05. Esto denota una evidencia estadísticamente significativa que hay una diferencia entre las medias del pretest y postest. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, sugiriendo que la intervención o tratamiento tuvo un efecto en rendimiento de los estudiantes.

Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa
ISSN1390-9010
RefCalE
refcale@uleam.edu.ec
Uleam
Vicerrectorado Académico

Tabla 4.

Estadístico inferencial del grupo experimental (GE)

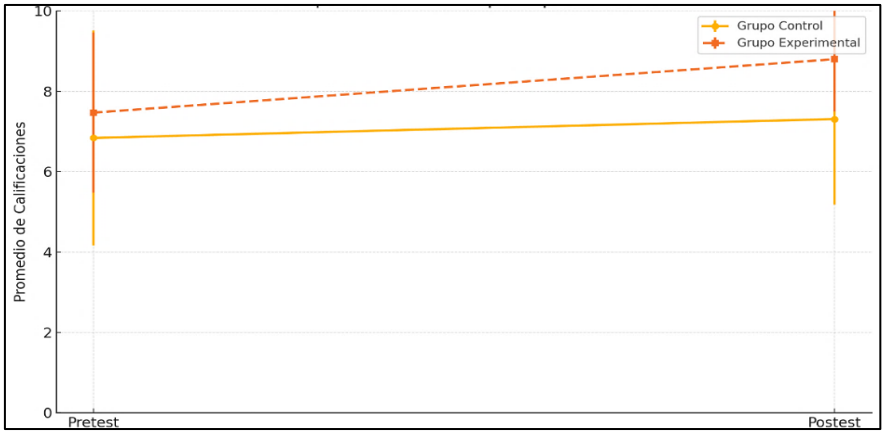
MEDIDA	***PRETEST***	***POSTEST***
Diferencia hipotética de las medias	0	
z	-3,309629498	3,309629498
P(Z<=z) una cola	0,000467098	
Valor crítico de z (una cola)	1,644853627	
Valor crítico de z (dos colas)	0,000934195	
Valor crítico de z (dos colas)	1,959963985	

Nota: Prueba z para la comparación de medias de dos muestras independientes con varianzas conocidas.

En la Fígura 1 se muestra la evolución del promedio de calificaciones del grupo de control versus el grupo experimental, comparando la media del rendimiento académico entre ambos grupos antes y despues de la intervención, incluyendo las barras de error correspondientes a la desviación estandar. Esto permite visualizar tanto la evolución del rendimiento como la homogeneidad de los resultados tras el uso de Geogebra.

Figura 1.

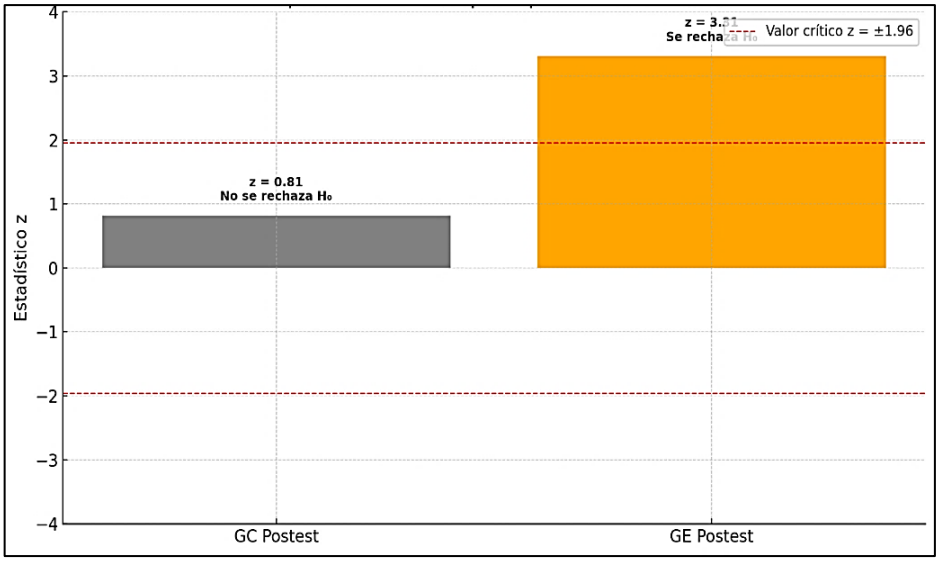
Evolución del promedio de calificaciones del Grupo de control versus el Grupo experimental.



En la Figura 2, se refleja un gráfico estadístico inferencial que compara el valor del estadístico z con el valor crítico (1.96) que permitió decidir si se acepta o rechaza la hipótesis nula. Se visualiza que en el grupo de control postest, el valor z obtenido (0,81) se ubicó dentro del rango de aceptación, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. En cambio, en el grupo experimental postest, el valor z (3,31), superó el valor crítico establecido, evidenciando una diferencia estadísticamente significativa atribuida al uso de GeoGebra en el proceso de aprendizaje.

Figura 2.

Decisión inferencial basada en Z de los grupos de control versus experimental con los resultados del Postest.



El análisis realizado mediante la prueba z para dos muestras con varianza conocida permitió contrastar los efectos de la intervención en ambos grupos de estudio. En el grupo de control, el valor del estadístico z fue de 0,8143, el cual se encuentra dentro del rango de aceptación determinado por el valor crítico (1,96). El p-value bilateral fue de 0,4155, muy superior al nivel de significancia de 0,05. Estos resultados indican que no se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre el preste y el postest, lo que sugiere que el uso de métodos tradicionales no generó un impacto notable en el desarrollo de funciones lineales, afín y cuadráticas en este grupo.

El grupo experimental mostró resultados claramente distintos. El Valor del estadístico z fue de 3,3096, excediendo el umbral crítico de 1,96, y el p-value bilateral fue de 0,0009, mucho menor al nivel de significancia establecido. Estos hallazgos permiten rechazar la hipótesis nula y concluye que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados antes y después de la intervención. Se puede afirmar que la aplicación de GeoGebra

tuvo un efecto positivo significativo en el desarrollo de funciones lineales, afín y cuadráticas, lo que valida su uso como recurso didáctico eficaz en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Cobos, Toro y Vera (2024), quienes en su investigación sobre estrategias de enseñanza de matemáticas aplicando gamificación encontraron un aumento del rendimiento académico en un 15% en comparación con las evaluaciones diagnósticas. Similarmente, su estudio evidenció que el uso de enfoques innovadores, como la gamificación, incrementó la motivación y la participación activa de los estudiantes, además de facilitar una comprensión más profunda de conceptos matemáticos como las funciones lineales, afines y cuadráticas.

Sánchez-Élez et al. (2024) exploraron el impacto de las TIC en el aprendizaje autónomo mediante un experimento educativo que involucraba a 769 estudiantes de 12 cursos diferentes. Los estudiantes que participaron activamente en la generación de preguntas tipo test relacionadas con el contenido del curso, utilizando herramientas tecnológicas, mostraron un mejor desempeño académico. Este estudio destaca como las TIC pueden promover habilidades de pensamiento crítico y análisis.

CONCLUSIONES

La implementación de GeoGebra como recurso didáctico en la enseñanza de funciones lineales, afines y cuadráticas generó un impacto positivo y estadísticamente significativo en el desarrollo de habilidades numéricas en los estudiantes del grupo experimental. La mejora en la media de rendimiento y la disminución de la dispersión de resultados reflejan una mayor homogeneidad en los logros, atribuida al carácter interactivo y visual de la herramienta.

Las actividades realizadas con el grupo de control mediante metodologías tradicionales no evidencian diferencias significativas entre el pretest y postest, lo que sugiere que la enseñanza sin el uso de tecnologías digitales presenta limitaciones para fomentar una comprensión profunda de los conceptos matemáticos. La comparación inferencial confirmó que GeoGebra favorece el razonamiento algebraico, la representación gráfica y la resolución de problemas, elementos clave en el currículo de matemáticas del bachillerato.

La implementación de GeoGebra mejoró significativamente las habilidades numéricas de los estudiantes, recomendándose su aplicación en otros contenidos matemáticos. Las metodologías tradicionales mostraron limitaciones, por lo que se sugiere explorar combinaciones con herramientas digitales. Para estudios posteriores se sugiere investigar el impacto de GeoGebra a largo plazo en el desarrollo del pensamiento matemático y su aplicación en situaciones reales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arancibia Carvajal, S., Maréchal Imbert, M., Neira Navarro, T., & Abarca Cadevilla, K. (2022). Creación de un instrumento de medición del pensamiento crítico a través de la matemática: Una aplicación a estudiantes de ingeniería de primer año universitario. Revista de Estudios y Experiencias en Educación, 21(46), 239–260. https://doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n46.2022.013

Arias, E., Giambruno, C., Morduchowicz, A., & Pineda, B. (2023). El estado de la educación en América Latina y el Caribe 2023 (Primera ed.). Banco Interamericano de Desarrollo. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El-estado-de-la-educacion-en-America-Latina-y-el-Caribe-2023.pdf

Cobos, C. L., Toro, C. N., & Vera, D. G. (2024). Estrategias de enseñanza de las matemáticas para Bachillerato General Unificado aplicando gamificación. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCalE), 12(3), 97–114. https://doi.org/10.56124/refcale.v12i3.006

Cook, T. D., & Campbell, D. T. (1979). Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings. Houghton Mifflin.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

Espíndola Artola, A., Cabrera Lugo, R. D., Román Betancourt, M., & García Acevedo, Y. (2021). Motivación hacia la profesión de profesor de Matemática en estudiantes de Secundaria Básica. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCalE), 9(2), 53–68.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Education.

Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Desarrollo de competencias a través de prototipos y simuladores en un entorno interdisciplinario de física-matemática. Revista Oratores, (20), 78-102.

Herrera, A., & García, P. (2020). GeoGebra como recurso didáctico para el aprendizaje significativo de las matemáticas. Revista Colombiana de Educación Matemática, 51(2), 89–105.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL). (2018). Informe nacional de resultados PISA para el Desarrollo – Ecuador. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL). (2020). Informe de resultados institucional. Examen Ser Bachiller. Unidad Educativa Dr. Eduardo Granja Garcés. Año lectivo 2019-2020, régimen Costa. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL). (2023). Informe Nacional Ser Estudiante – Nivel de Bachillerato. Año lectivo 2022-2023. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL). (2023). Informe Nacional Ser Estudiante – Subnivel Básica Superior. Año lectivo 2022-2023. Quito, Ecuador.

Martínez Zapata, M. E., Pérez Urruchi, A. E., Apolinario Arzube, O. O., & Robles Medina, G. B. (2024). Explorando la geometría con GeoGebra: Estrategias para reforzar el aprendizaje en estudiantes de niveles intermedios. Universidad, Ciencia y Tecnología, 28(122), 62–72. https://doi.org/10.47460/uct.v28i122.766

McMillan, J. H. (2016). *Fundamentals of educational research* (7th ed.). Pearson Education.

Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). Currículo de Matemáticas para Educación General Media. Quito: MINEDUC.

Moreno, J., & Aguilar, C. (2021). GeoGebra en el aula de matemáticas: estrategias de integración didáctica. Revista Digital de Tecnología Educativa, 11(4), 78–94.

Navarrete Ramírez, R. A., Tamayo Mero, A. I., Guzmán Rugel, M. B., & Pacheco Silva, M. G. (2021). Impacto de la psicología piagetana en la educación de la matemática en estudiantes de educación básica superior. Revista Universidad y Sociedad, 13(6), 598–608.

OREALC/UNESCO Santiago. (2015). Informe de resultados TERCE: Logros de aprendizaje. Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación – LLECE.

Piaget, J. (1970). Psychology and pedagogy. Viking Press.

Piña, F., & Rodríguez, B. (2021). Procesos cognitivos y aprendizaje numérico: implicaciones para la práctica docente. Educación y Matemática, 30(2), 43–59.

Sánchez-Élez, M., Pardines, I., García, P., Miñana, G., Román, S., Sánchez, M., & Risco-Martín, J. L. (2024). *Enhancing Students' Learning Process Through Self-Generated Tests*. arXiv. https://arxiv.org/abs/2403.15488

Vélez Quijije, I. E., & Tejeda Díaz, R. (2022). Estrategia de gamificación para desarrollar habilidades cognitivas en estudiantes de preparatoria, Escuela Básica Babahoyo. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCalE), 10(1), 59–77.