



ID del documento: SiE-Vol.2.N.6.002.2025

Tipo de artículo: Investigación

GeoGebra y su incidencia en el aprendizaje de funciones cuadráticas en estudiantes de bachillerato

GeoGebra software as a technological tool for learning quadratic functions in high school students

Autores:

Byron Enrique Dávila Guamán¹, Jorge Enrique Avelino Villacis², John Fernando Granados Romero³

¹Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, byron.davilagu@ug.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0001-2721-8531>

²Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, jorge.avelinovi@ug.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0006-6889-8701>

³Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, john.granadosr@ug.edu.ec,
<https://orcid.org/0000-0002-1726-3283>

Corresponding Author: Rosana Fátima Álvarez Franco, rosanalvarezf-1966@hotmail.com

Reception: 01-April-2025

Acceptance: 03-May-2025

Published: 06-June-2025

How to cite this article:

Dávila Guamán, B. E., Avelino Villacis, J. E., & Granados Romero, J. F. (2025). GeoGebra y su incidencia en el aprendizaje de funciones cuadráticas en estudiantes de bachillerato. Sapiens in Education, 2(6), e-20602. <https://doi.org/10.71068/p550re04>



Resumen

La presente investigación tiene como propósito abordar las dificultades que presentan los estudiantes de bachillerato en la comprensión de las funciones cuadráticas y la incidencia de utilizar el software GeoGebra como herramienta pedagógica para fortalecer ese aprendizaje durante el periodo lectivo 2024-2025. El objetivo principal fue determinar el impacto de esta intervención tecnológica en el rendimiento académico de los estudiantes de la Unidad Educativa Fiscal "Prócer León de Febres Cordero". Para ello, se empleó una metodología cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo, donde se conformaron dos grupos: uno experimental que utilizó GeoGebra y otro control que recibió instrucción tradicional. Se recolectaron datos a través de pruebas diagnósticas antes y después de la intervención, así como cuestionarios de evaluación. Los resultados evidenciaron una mejora significativa en el desempeño académico del grupo que utilizó GeoGebra, reflejando un incremento notable en las calificaciones en comparación con el grupo control. Además, se observó una mayor satisfacción y motivación entre los estudiantes expuestos a la herramienta tecnológica, lo cual sugiere un cambio positivo en la percepción de las matemáticas. En conclusión, la investigación resalta que la incorporación de GeoGebra no solo facilita la comprensión de conceptos complejos como las funciones cuadráticas, sino que también promueve una enseñanza más dinámica e interactiva, recomendando así su implementación en contextos educativos similares para mejorar el aprendizaje en matemáticas.

Palabras clave: GeoGebra; funciones cuadráticas; aprendizaje matemático; innovación educativa; bachillerato.

Abstract

The purpose of this research is to address the difficulties presented by high school students in the understanding of quadratic functions and the incidence of using GeoGebra software as a pedagogical tool to strengthen this learning during the 2024-2025 school year. The main objective was to determine the impact of this technological intervention on the academic performance of students of the Unidad Educativa Fiscal "Prócer León de Febres Cordero". For this purpose, a quasi-experimental methodology with a quantitative approach was used, where two groups were formed: an experimental group that used GeoGebra and a control group that received traditional instruction. Data were collected through diagnostic tests before and after the intervention, as well as evaluation questionnaires. The results showed a significant improvement in the academic performance of the group that used GeoGebra, reflecting a notable increase in grades compared to the control group. In addition, greater satisfaction and motivation were observed among the students exposed to the technological tool, suggesting a positive change in the perception of mathematics. In conclusion, the research highlights that the incorporation of GeoGebra not only facilitates the understanding of complex concepts such as quadratic functions, but also promotes a more dynamic and interactive teaching, thus recommending its implementation in similar educational contexts to improve learning in mathematics.

Keywords: GeoGebra; quadratic functions; mathematical learning; educational innovation; high school.



1. INTRODUCCIÓN

Los resultados recientes del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), revelan una preocupante disminución en el desempeño en matemáticas y lectura, en promedio, los países miembros de esta organización obtuvieron 472 puntos en matemáticas, lo que representa una caída de casi 15 puntos en comparación con 2018, disminución que fue especialmente pronunciada en países como Alemania, Islandia, Países Bajos, Noruega y Polonia, donde las puntuaciones descendieron más de 25 puntos, además, la brecha entre los sistemas educativos con mejor y peor desempeño alcanzó los 153 puntos entre los países de esta organización y 238 puntos a nivel global, siendo Singapur el país con mejores resultados, estos datos subrayan problemas sistémicos previos relacionados con la enseñanza de matemáticas (OECD, 2024).

Por otro lado, en Ecuador, específicamente en la provincia del Guayas, según el Ministerio de Educación (2024), el bajo desempeño en matemáticas persiste como un desafío estructural, a pesar de su posición como la región con mayor concentración estudiantil representando el 25,36% de la matrícula nacional. Un problema recurrente en el proceso de aprendizaje de las matemáticas es la dificultad que tienen los estudiantes para establecer conexiones entre las distintas formas de representación de las funciones cuadráticas, como las gráficas y las expresiones algebraicas, en este sentido, investigaciones realizadas por la OCDE (2019) indican que una proporción considerable de estudiantes a nivel global enfrenta obstáculos para comprender y aplicar conceptos matemáticos relacionados con estas funciones. Entre las principales manifestaciones de estas dificultades se encuentra la incapacidad para vincular representaciones algebraicas, gráficas y tabulares, lo cual restringe su habilidad para resolver problemas contextualizados en situaciones reales.

Por otra parte López et al (2025) indica que se ha destacado que los sistemas educativos más resilientes han adoptado estrategias innovadoras para mitigar estas brechas, y entre las recomendaciones clave se encuentra el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra, esto permite a los estudiantes interactuar con conceptos matemáticos complejos de manera visual y dinámica, dicho de otra manera, estas tecnologías pueden mejorar significativamente el aprendizaje al personalizar las experiencias educativas y cerrar las brechas digitales que afectan a estudiantes vulnerables (OECD, 2023).

De acuerdo con el informe de la UNESCO (2024), más del 80% de los docentes están de acuerdo en que el uso de la tecnología contribuye significativamente a la retención de conceptos complejos, por ello, resulta fundamental que los educadores, comprometidos con el desarrollo integral de sus estudiantes, adopten medidas orientadas a superar este desafío mediante la incorporación de estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan una comprensión sólida y una representación gráfica adecuada de estas funciones.

Según Surichaqui et al. (2022), “GeoGebra proporciona un entorno visual que ayuda a los estudiantes a comprender mejor las funciones cuadráticas a través de la manipulación directa y la visualización gráfica”. Asimismo, Morales et al. (2023) resalta que “el uso de GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas ha demostrado ser efectivo para mejorar las habilidades matemáticas de los estudiantes, especialmente en la comprensión de conceptos geométricos



y algebraicos". A partir de lo anterior, parece evidente que esta herramienta tecnológica facilita una interacción más intuitiva con las funciones cuadráticas, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo en comparación con los enfoques tradicionales, los cuales suelen centrarse en la resolución manual y la memorización de fórmulas.

Además, investigaciones como la realizada por Mora (2024) demuestran que el uso de GeoGebra genera un aprendizaje significativo al permitir que los estudiantes construyan su propio conocimiento mediante la exploración activa. Este enfoque mejora la capacidad de los alumnos para resolver problemas matemáticos y aplicar conceptos abstractos a situaciones concretas.

Diversas investigaciones internacionales respaldan estas afirmaciones, por ejemplo, Anato (2022) empleó GeoGebra como herramienta para la enseñanza de las funciones cuadráticas y, a través de un enfoque cualitativo que incluyó entrevistas semiestructuradas y observación participante, concluyó que la incorporación de este software facilita una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. Esto se debe a que permite a los estudiantes interactuar con los contenidos de forma más dinámica y visual, lo cual constituye un progreso notable en el ámbito de la enseñanza matemática.

Estos resultados se alinean con revisiones sistemáticas como la realizada por Coronado (2025), que destaca a GeoGebra como una herramienta que permite a los estudiantes universitarios realizar análisis matemáticos más profundos en menor tiempo, preparándolos para aplicar sus habilidades en contextos profesionales. Aunque los estudios varían en población y enfoque, todos coinciden en que la herramienta tecnológica transforma la enseñanza tradicional al integrar elementos visuales y algebraicos, lo que justifica su implementación en contextos educativos diversos.

En España, investigaciones como la de Bravo et al. (2019) han analizado el efecto de GeoGebra en la enseñanza de geometría, utilizando secuencias didácticas con estudiantes de séptimo grado. La metodología combinó pruebas estandarizadas y encuestas de motivación, evidenciando un incremento de 1,4 puntos en las calificaciones del grupo experimental, así como una mayor satisfacción estudiantil al percibir los conceptos como más accesibles (Choco et al., 2024).

Del mismo modo, el trabajo de Leal et al. (2021) aporta reflexiones significativas sobre los usos innovadores de GeoGebra en la enseñanza matemática, identificando tanto sus ventajas como limitaciones. Su investigación, basada en una revisión bibliográfica exhaustiva, destaca que GeoGebra representa un "agente innovador para la enseñanza de las matemáticas" que permite "diversificar actividades, disminuir la monotonía habitual del proceso docente" y facilita la "representación visual y el cálculo algebraico". Esta capacidad para integrar múltiples representaciones matemáticas constituye uno de los pilares fundamentales que posicionan a GeoGebra como herramienta transformadora en el aprendizaje conceptual.

En el ámbito nacional, la investigación de Auccahuallpa et al. (2022) analizó los beneficios de GeoGebra en la enseñanza de matemáticas mediante un enfoque cuantitativo, aplicando un cuestionario de 24 ítems a 799 docentes a nivel nacional. Este estudio reveló una valoración favorable del software por parte de los usuarios y un interés significativo entre los docentes no usuarios en recibir capacitación. Sus resultados resaltaron que GeoGebra



favorece el desarrollo de habilidades para el trabajo colaborativo y la comprensión de conceptos matemáticos, destacando su función como mediador en el aprendizaje.

De manera análoga, Vargas et al. (2023) emplearon GeoGebra como estrategia pedagógica para elevar el rendimiento académico en el aprendizaje de funciones reales entre estudiantes de tercer año de bachillerato. La investigación utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño experimental que incluyó grupos control y experimental, permitiendo recopilar datos mediante un cuestionario validado y confiable aplicado en pruebas diagnósticas iniciales y finales. Los resultados evidenciaron una mejora sustancial en el desempeño del grupo experimental, lo que subraya la eficacia de las herramientas tecnológicas en la enseñanza matemática y sugiere la necesidad de modificar los métodos pedagógicos tradicionales.

En la Unidad Educativa Fiscal "Prócer León de Febres Cordero", ubicada en la parroquia Tarqui del cantón Guayaquil, provincia del Guayas, se identifica que un número relevante de estudiantes de bachillerato presenta dificultades para comprender las funciones cuadráticas, específicamente a la hora de representar gráficamente este tipo de funciones, situación que se manifiesta en un bajo rendimiento académico y una percepción desfavorable hacia la materia. Este contexto justifica la formulación de la pregunta central de investigación: ¿Cómo incide el uso del software GeoGebra en el aprendizaje de las funciones cuadráticas en estudiantes de bachillerato?

El objetivo de la presente investigación es determinar el impacto del uso del software GeoGebra en el fortalecimiento del aprendizaje de las funciones cuadráticas en estudiantes de bachillerato, de la Unidad Educativa Fiscal "Prócer León de Febres Cordero" durante el periodo lectivo 2024-2025. Para ello, se plantea, diagnosticar el nivel de conocimiento de los estudiantes mediante un cuestionario de evaluación para, posteriormente, diseñar una estrategia pedagógica que integre el uso del software GeoGebra dentro del desarrollo de las clases.

Finalmente, evaluar el impacto de esta estrategia al comparar los resultados obtenidos tras la intervención con los datos del diagnóstico inicial, lo que permitirá valorar la efectividad del uso de esta herramienta tecnológica.

2. DESARROLLO

La investigación adoptó un diseño cuasiexperimental de nivel correlacional con enfoque cuantitativo, orientado a analizar los efectos de una intervención pedagógica basada en el software GeoGebra. El estudio se desarrolló de forma transversal durante el segundo ciclo del periodo lectivo 2024-2025, con una muestra de 60 estudiantes distribuidos en dos paralelos de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal "Prócer León de Febres Cordero". La selección de la muestra se realizó mediante muestreo no probabilístico, se aplicó criterios de inclusión la matrícula legal en el curso a intervenir y la asistencia al ciclo inmediato anterior en la misma institución educativa.

Para desarrollar el estudio sobre la efectividad de GeoGebra en el aprendizaje de funciones cuadráticas, se organizó la investigación en dos grupos de estudiantes de primer año de bachillerato de la institución educativa. El grupo control recibió una enseñanza tradicional,



mientras que el grupo experimental se implementó una estrategia metodológica basada en el uso del software GeoGebra. Esta división permitió comparar los resultados académicos entre ambos grupos y evaluar el impacto de la herramienta tecnológica en la comprensión de los conceptos matemáticos.

El estudio se estructuró en fases secuenciales, iniciando con la planificación, donde se gestionarán los permisos correspondientes ante las autoridades educativas de la institución. Posteriormente, se diseñaron instrumentos de recolección de datos, los cuales incluyeron dos cuestionarios equivalentes con 10 preguntas cada uno y 4 opciones de respuesta tipo escala Likert. Para garantizar su rigor metodológico, la validez y confiabilidad se determinó mediante juicio de expertos y el coeficiente Alfa de Cronbach, fue sometido a una prueba piloto, que se aplicó a 12 estudiantes que poseían las mismas características de los estudiantes de nuestra población para asegurar así la precisión y consistencia de los instrumentos aplicados durante la investigación.

Durante la fase de ejecución, se aplicó un test de conocimientos inicial (pretest) a ambos grupos mediante un cuestionario estandarizado. Posteriormente, se desarrolló el proceso de enseñanza de las funciones cuadráticas: el grupo control recibió instrucción tradicional, mientras que el grupo experimental utilizó GeoGebra como herramienta pedagógica. Finalmente, se aplicó un test de salida (postest) a ambas cohortes, utilizando un cuestionario equivalente al pretest para evaluar los cambios en el desempeño académico. Este diseño permitió comparar los resultados y determinó el impacto de la intervención tecnológica en la comprensión de los conceptos matemáticos.

Durante la fase de análisis de datos, se aplicó técnicas cuantitativas para procesar y contrastar los resultados obtenidos tanto del grupo control como del experimental. Para organizar la información de manera sistemática, se empleó Microsoft Excel 2019, mientras que Minitab fue utilizado para realizar los análisis estadísticos correspondientes, garantizando la precisión y rigor metodológico en la interpretación de los datos. Este enfoque permitió identificar patrones, comparar resultados y validar las hipótesis planteadas, alineándose con los estándares de investigación cuantitativa que priorizan la objetividad y la replicabilidad de los procesos.

En la fase de interpretación de resultados, se realizó una comparación detallada del rendimiento académico entre el grupo control y el experimental, con el objetivo de evaluar de manera integral el impacto del software GeoGebra en la comprensión de las funciones cuadráticas. Esta etapa fue fundamental para determinar si la estrategia pedagógica basada en GeoGebra logró una mejora estadísticamente significativa en el aprendizaje de estos conceptos matemáticos, validando así su eficacia como herramienta educativa innovadora.

Para analizar las diferencias entre las mediciones previas y posteriores a la intervención, se empleó la prueba T de Student para muestras dependientes, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

El estudio incluyó un total de 60 observaciones válidas, lo que permitió realizar una comparación directa entre los resultados obtenidos. Para garantizar la confiabilidad del



cuestionario utilizado, se aplicó el Alfa de Cronbach a una prueba piloto, obteniendo un coeficiente de 0.7392, considerado como un nivel de confiabilidad aceptable.

A continuación, se presenta la Tabla 1 con los resultados obtenidos en la prueba pretest por el grupo control, donde la distribución de los puntajes revela que los valores de 3, 4 y 6 fueron los más comunes, cada uno representando el 20% de los participantes, mientras que los puntajes extremos de 1 y 7 fueron los menos frecuentes, indicando una menor proporción de participantes en los niveles más bajos y más altos del cuestionario.

Tabla 1

Puntajes obtenidos por el grupo control

Grupo Control	Conteo	Porcentaje	CntAcum	PrcAcum
1	2	6,67	2	6,67
2	5	16,67	7	23,33
3	6	20,00	13	43,33
4	6	20,00	19	63,33
5	3	10,00	22	73,33
6	6	20,00	28	93,33
7	2	6,67	30	100,00
N=	30			

Nota: Resultados del cuestionario inicial o pretest.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Por otro lado, la Tabla 2 detalla los resultados obtenidos por el grupo experimental, donde la distribución de los puntajes se caracteriza por una mayor concentración de participantes en los niveles más bajos del cuestionario, especialmente en los puntajes 1, 2 y 3 y una menor proporción de participantes alcanzando los puntajes más altos de 6 y 7.

Tabla 2

Puntajes obtenidos por el grupo de experimental

Grupo Experimental	Conteo	Porcentaje	CntAcum	PrcAcum
1	5	16,67	5	16,67
2	5	16,67	10	33,33
3	8	26,67	18	60,00
4	5	16,67	23	76,67
5	4	13,33	27	90,00
6	2	6,67	29	96,67
7	1	3,33	30	100,00
N=	30			

Nota: Resultados del cuestionario inicial o pretest.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

La Tabla 3 presenta una comparación de los parámetros estadísticos de ambos grupos evaluados con la prueba del pretest, los mismos que mostraron un rango de puntajes similares entre 1 y 7; sin embargo, el grupo control presentó una tendencia a obtener puntajes

ligeramente superiores, evidenciado por una media de 3.967 y una mediana de 4.000, en comparación con la media de 3.267 y la mediana de 3.000 del grupo experimental, mientras que la dispersión de los puntajes, medida por la desviación estándar y la varianza, fue similar en ambos grupos, aunque ligeramente menor en el grupo experimental.

Tabla 3

Estadísticos descriptivos de ambos grupos

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Mediana	Máximo
Grupo Control	30	3,967	1,752	3,068	1,000	4,000	7,000
Grupo Experimental	30	3,267	1,639	2,685	1,000	3,000	7,000

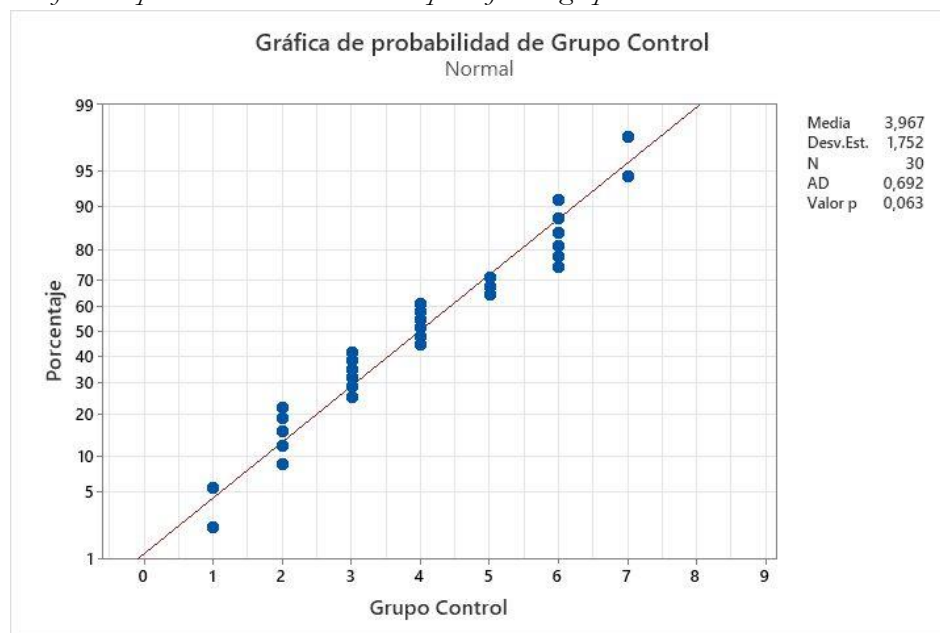
Nota: Resultados del cuestionario inicial o pretest.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Respecto a las medidas de dispersión, el grupo control muestra una desviación estándar y una varianza ligeramente superiores a los del grupo experimental, esto indica que las puntuaciones del grupo control presentan una mayor heterogeneidad, mientras que el grupo experimental muestra una distribución algo más homogénea, aunque la diferencia no es sustancial. Desde una perspectiva metodológica, los resultados del pretest revelan importantes consideraciones para el análisis posterior del estudio, en primer lugar, existe una ligera diferencia inicial entre ambos grupos que deberá ser considerada al interpretar los resultados finales, puesto que el grupo experimental parte de una posición menos favorable con una media de 3,267 frente a 3,967 del grupo control, aunque ambos grupos muestran un rango idéntico de puntuaciones, esta ventaja inicial del grupo control podría atribuirse a diferencias previas en su experiencia de aprendizaje.

Figura 1

Gráficas de probabilidad normal de los puntajes del grupo control



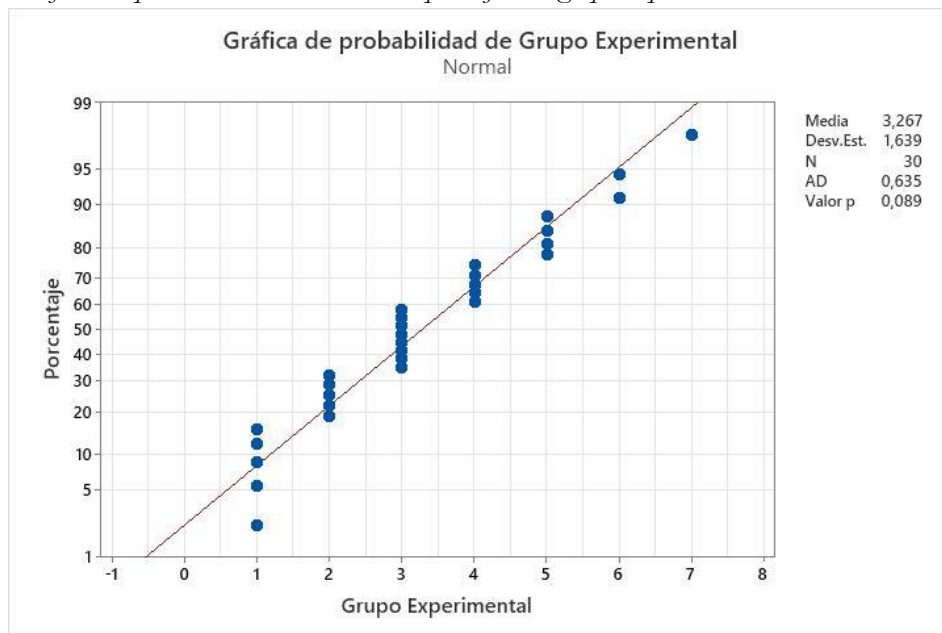
Nota: Distribución de los puntajes obtenidos en la prueba diagnóstica inicial.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

La gráfica de probabilidad normal presentada en la Figura 1 muestra la distribución de los puntajes obtenidos en el pretest por el grupo control mientras que los de la Figura 2 corresponden a los del grupo experimental, en estas se verifica el cumplimiento del supuesto de normalidad, requisito esencial para la aplicación posterior de pruebas paramétricas como la T de Student, ya que en ambas se observa que, los puntos tienden a alinearse razonablemente bien con la línea de referencia diagonal, aunque con algunas pequeñas desviaciones en los extremos.

Figura 2

Gráficas de probabilidad normal de los puntajes del grupo experimental



Nota: Distribución de los puntajes obtenidos en la prueba diagnóstica inicial.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Esta alineación visual sugiere que los datos siguen aproximadamente una distribución normal, lo cual se confirma estadísticamente mediante la prueba de Anderson-Darling, donde el grupo control presenta un valor p de 0,063 mientras que el grupo experimental muestra un valor p de 0,089; en ambos casos, los valores p superan el umbral crítico habitual de 0,05, lo que indica que no hay evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis de normalidad, esto valida que los datos pueden ser analizados mediante métodos paramétricos.

El análisis inferencial ilustrado en la Tabla 4 revela que, aunque existe una diferencia numérica de 0,70 puntos entre las medias del pretest de los grupos control y experimental, esta diferencia no es estadísticamente significativa, ya que el valor p obtenido de 0,115 supera el umbral convencional de 0,05; por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que ambos grupos parten de niveles de conocimiento similares antes de la intervención, fortaleciendo así la validez interna del estudio. Esta equivalencia estadística inicial entre ambos grupos proporciona una base sólida para evaluar posteriormente el impacto diferencial de la metodología tradicional versus la enseñanza con GeoGebra en el aprendizaje de funciones cuadráticas, debido a que, al no existir diferencias significativas iniciales,



cualquier diferencia significativa en el postest podría atribuirse con mayor confianza a la intervención con GeoGebra.

Tabla 4

Prueba T de Student para muestras independientes

Valor T GL Valor p

0,40 43 0,691

Nota: Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$; Hipótesis alterna: $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

La Tabla 5 presenta la distribución de frecuencias de los puntajes obtenidos en el cuestionario de salida o postest por el grupo control que recibió una enseñanza tradicional de funciones cuadráticas, donde se evidencia una considerable variabilidad en los niveles de aprendizaje alcanzados, abarcando el rango completo de 1 a 9 puntos, la puntuación que aparece con mayor frecuencia es 6 y representa el 20% del grupo total.

Al analizar la distribución por niveles de rendimiento, se observa que el 43,33% de los participantes se ubicó en el rango de puntajes entre 1 y 4, mientras que el 56,67% restante logró alcanzar puntajes de 5 o superiores, lo que evidencia una ligera tendencia hacia los niveles medio-altos de desempeño.

Tabla 5

Puntajes obtenidos por el grupo control

Grupo Control	Conteo	Porcentaje	CntAcum	PrcAcum
1	2	6,67	2	6,67
2	2	6,67	4	13,33
3	4	13,33	8	26,67
4	5	16,67	13	43,33
5	4	13,33	17	56,67
6	6	20,00	23	76,67
7	3	10,00	26	86,67
8	3	10,00	29	96,67
9	1	3,33	30	100,00
N=	30			

Nota: Resultados del cuestionario de salida o postest.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

La Tabla 6 presenta los resultados obtenidos por el grupo experimental en el cuestionario de salida o postest, tras la intervención pedagógica con GeoGebra para el aprendizaje de funciones cuadráticas cuyo análisis revela la distribución de puntajes abarca desde 3 hasta 10 puntos, destacándose la ausencia total de calificaciones muy bajas, lo que indica que todos los estudiantes alcanzaron al menos un nivel básico de comprensión; la moda corresponde a 7 puntos, lograda por el 20% del grupo, mientras que las puntuaciones de 6 y 8 puntos también son frecuentes con el 16,67%.

Además, se observa una marcada concentración en los niveles altos de desempeño, ya que el 53,33% de los participantes obtuvo calificaciones de 7 o más, y el 83,33% alcanzó puntajes



de 6 o superiores, lo que evidencia un impacto positivo de la intervención pedagógica con GeoGebra en el aprendizaje de las funciones cuadráticas.

Tabla 6

Puntajes obtenidos por el grupo de experimental

Grupo Experimental	Conteo	Porcentaje	CntAcum	PrcAcum
3	2	6,67	2	6,67
4	3	10,00	5	16,67
5	4	13,33	9	30,00
6	5	16,67	14	46,67
7	6	20,00	20	66,67
8	5	16,67	25	83,33
9	4	13,33	29	96,67
10	1	3,33	30	100,00
N=	30			

Nota: Resultados del cuestionario de salida o postest.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

La Tabla 7 presenta los estadísticos descriptivos del postest aplicado a ambos grupos de estudio, donde se observa que el grupo control alcanzó una media aritmética de 4,933 puntos con una desviación estándar de 2,132, mientras que el grupo experimental obtuvo una media de 6,533 puntos con una desviación estándar de 1,889. Esta diferencia de aproximadamente 1,6 puntos a favor del grupo experimental representa un incremento del 32,4% respecto al grupo control, lo que sugiere un efecto positivo sustancial de la intervención con GeoGebra en el aprendizaje de funciones cuadráticas.

Así mismo, los datos de dispersión revelan patrones interesantes, la varianza del grupo experimental con un valor de 3,568 es menor que la del grupo control cuyo valor es de 4,547, lo que indica una mayor homogeneidad en los resultados del grupo que utilizó GeoGebra, lo cual, combinado con una media más alta, sugiere que la metodología experimental no solo mejora el rendimiento promedio, sino que también produce resultados más consistentes entre los estudiantes.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos de ambos grupos

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Mediana	Máximo
Grupo Control	30	4,933	2,132	4,547	1,000	5,000	9,000
Grupo Experimental	30	6,533	1,889	3,568	3,000	7,000	10,000

Nota: Resultados del cuestionario de salida o postest.

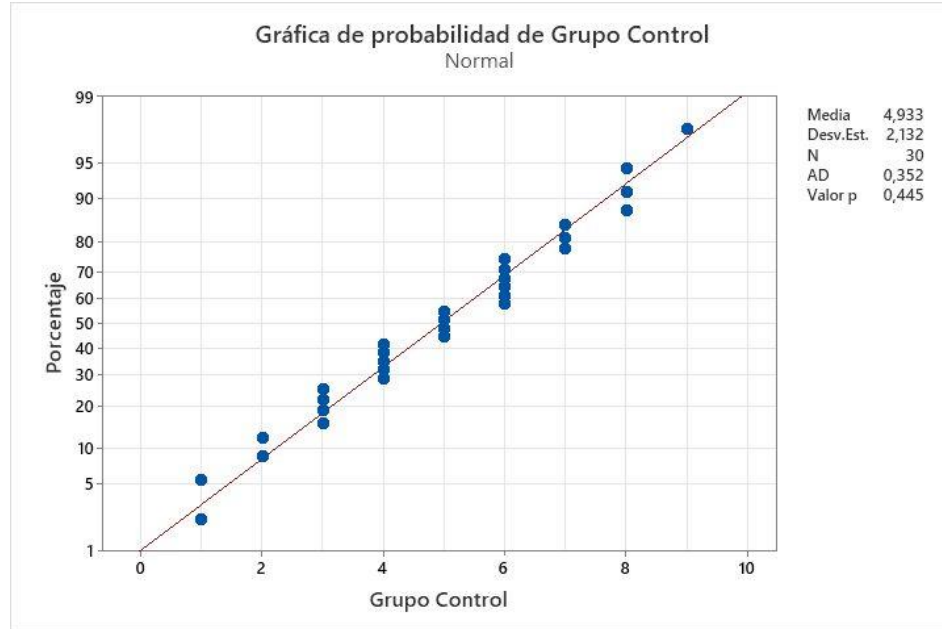
Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Las gráficas de probabilidad normal presentadas en la Figura 3 y Figura 4 muestran la distribución de los puntajes del postest tanto para el grupo control como para el grupo experimental, los mismos que son fundamentales para verificar el cumplimiento del supuesto

de normalidad, requisito esencial para la aplicación posterior de pruebas paramétricas como la T de Student.

Figura 3

Gráficas de probabilidad normal de los puntajes de los grupos control y experimental

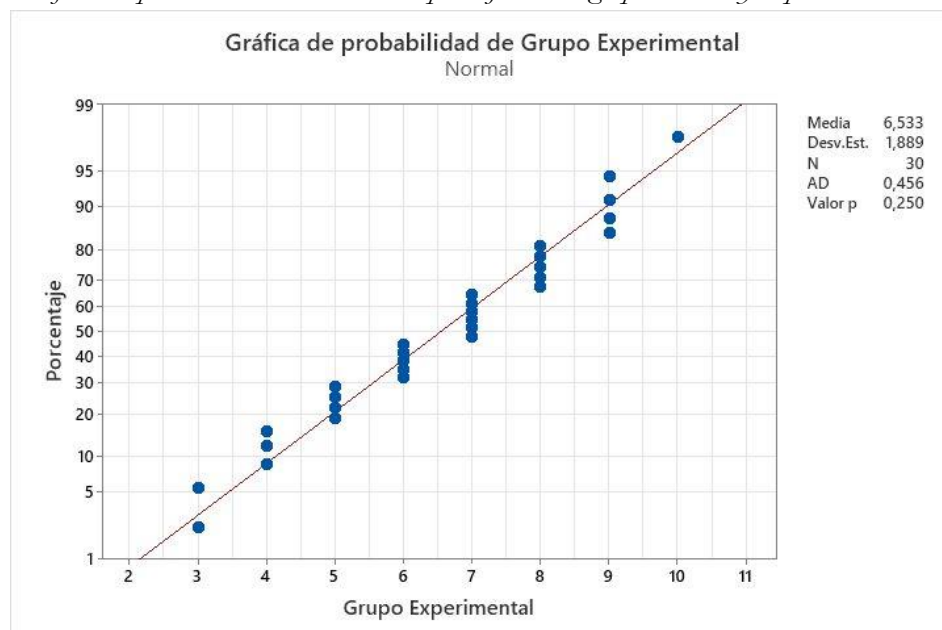


Nota: Distribución de los puntajes obtenidos en la prueba de salida.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Figura 4

Gráficas de probabilidad normal de los puntajes de los grupos control y experimental



Nota: Distribución de los puntajes obtenidos en la prueba de salida.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

En ambos casos, se observa que los puntos tienden a alinearse adecuadamente con la línea de referencia diagonal, con mínimas desviaciones en los extremos lo que sugiere que los datos siguen una distribución aproximadamente normal, lo cual se confirma mediante la prueba de Anderson-Darling, donde el grupo control: presenta un valor p de 0,445 mientras que el grupo experimental presenta un valor p de 0,250; mismos que son considerablemente superiores al umbral crítico habitual de 0,05, lo que indica que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis de normalidad en ninguno de los grupos lo cual valida que los datos pueden ser analizados mediante métodos paramétricos sin violación de supuestos.

El análisis inferencial mostrado en la Tabla 8, revela una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos control y experimental en los resultados del postest, con un valor T de -3,08 calculado como control menos experimental y un valor p de 0,003; considerablemente menor que el nivel de significancia convencional $\alpha=0,05$, se dispone de evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula que planteaba la igualdad entre las medias de ambos grupos, lo cual confirma que la media del grupo experimental supera significativamente a la del grupo control, lo que demuestra estadísticamente la efectividad de la metodología basada en GeoGebra frente al método tradicional para la enseñanza-aprendizaje de funciones cuadráticas.

Tabla 8*Prueba T de Student para muestras independientes*

Valor T	GL	Valor p
-3,08	57	0,003

Nota: *Hipótesis nula* $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$; *Hipótesis alterna* $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ **Fuente:** *Elaboración propia utilizando el software Minitab.*

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo experimental y el grupo control con un valor de $p=0,003$ y con una diferencia de medias de 1,6 puntos a favor del grupo que utilizó GeoGebra como herramienta didáctica para el aprendizaje de funciones cuadráticas. Este hallazgo resulta particularmente relevante al observar que el grupo experimental no solo alcanzó un promedio superior de 6,533 frente a 4,933 del grupo control, sino que también mostró una menor dispersión en los resultados de 1,889 frente a 2,132, lo que sugiere que la metodología basada en GeoGebra produce un aprendizaje más homogéneo y de mayor calidad.

Además, es importante destacar la notable diferencia en los valores mínimos, 3 puntos en el grupo experimental frente a 1 punto en el grupo control, lo que indica que la herramienta tecnológica podría ser especialmente beneficiosa para los estudiantes con mayores dificultades de aprendizaje, reduciendo así la brecha educativa.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de investigaciones similares realizadas en diversos contextos educativos. Por ejemplo, Dávila et al. (2024) encontraron una mejora estadísticamente significativa en el rendimiento académico de estudiantes de una institución de nivel secundario, tras implementar una intervención con GeoGebra mediante un diseño preexperimental con 29 estudiantes de bachillerato. De manera similar, estudios en Ruanda demostraron que estudiantes universitarios que utilizaron GeoGebra obtuvieron



"puntuaciones significativamente más altas" en la comprensión de conceptos como límites funcionales y coordenadas polares (Tandfonline.com, 2023). En el contexto europeo, Choco et al. (2024), tras aplicar secuencias didácticas con GeoGebra en estudiantes de séptimo grado, reportaron un incremento de 1,4 puntos en las calificaciones del grupo experimental, resultado notablemente similar al incremento de 1,6 puntos observado en nuestra investigación. Finalmente, se alinea con las conclusiones de Muñoz (2023), quien, en su investigación con 74 estudiantes de décimo año de Educación Básica Superior en la Unidad Educativa Particular Católica de Cuenca, encontró que GeoGebra fomenta un aprendizaje más significativo al permitir que los estudiantes exploren y visualicen conceptos matemáticos complejos de forma atractiva, mejorando así su comprensión y retención de los contenidos.

Las implicaciones pedagógicas de este estudio son considerables para la práctica educativa, especialmente considerando el contexto ecuatoriano, donde el 71% de los estudiantes muestra bajo desempeño en matemáticas (Forbes Ecuador, 2023). La implementación de GeoGebra como herramienta didáctica representa una estrategia viable para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos complejos, particularmente las funciones cuadráticas, que tradicionalmente presentan dificultades para los estudiantes.

No obstante, es importante reconocer que la efectividad de esta herramienta está intrínsecamente vinculada a la capacitación docente y a la disponibilidad de infraestructura tecnológica adecuada, aspectos que deben abordarse de manera integral para garantizar una implementación exitosa. Futuras investigaciones podrían explorar el impacto a largo plazo de estas metodologías, así como su efectividad en diferentes contextos socioeconómicos y niveles educativos.

3. CONCLUSIONES

El uso del software GeoGebra ha demostrado ser fundamental para el fortalecimiento del aprendizaje de las funciones cuadráticas entre los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal "Prócer León de Febres Cordero" durante el periodo lectivo 2024-2025", estos datos recopilados muestran que los estudiantes expuestos a este entorno visual y dinámico lograron una mejor comprensión de los conceptos matemáticos, facilitando la visualización de las funciones cuadráticas y su representación gráfica, lo que se tradujo en un aumento significativo en sus calificaciones.

La implementación de GeoGebra como herramienta pedagógica permitió una renovación en los métodos de enseñanza, alejándose de la instrucción tradicional. La metodología utilizada, que combinó el uso de GeoGebra con estrategias interactivas, propició un ambiente de aprendizaje más participativo y motivador, por lo que este cambio metodológico no solo mejoró el desempeño académico, sino que también fomentó la satisfacción y el interés de los estudiantes hacia las matemáticas, haciendo que los conceptos complejos fueran más accesibles.

Los resultados del estudio subrayan la importancia de capacitar a los docentes en el uso efectivo de herramientas tecnológicas como GeoGebra, debido a que la efectividad del aprendizaje de los estudiantes está intrínsecamente vinculada a la competencia de los educadores en implementar estos recursos de manera adecuada. Por lo tanto, es esencial invertir en formación continua para los docentes, lo que garantizará una implementación



exitosa de GeoGebra y potenciará el aprendizaje en el aula, especialmente en el contexto de funciones cuadráticas, que suelen presentar dificultades para los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anato, P. (2022). GeoGebra y su incidencia en la enseñanza de la función cuadrática. *Delectus*, 5(1). <https://bit.ly/3AGgLv9>
- Auccahualpa, R., Troya, R. y Rodríguez, D. (2022). Beneficios del uso de GeoGebra en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática. IV Congreso Internacional De La Universidad Nacional De Educación, 267-274. <https://bit.ly/4dZHWPX>
- Bravo, A., Arenas, J. y Pineda, E. (2019). El aprendizaje de la geometría con GeoGebra, un enfoque de aprendizaje por problemas. *Revista Docencia Universitaria*, 20(2), 55–67. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/10522>
- Cedeño, J. y Rivadeneira, F. (2023). GeoGebra como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de la Matemática. *MQR Investigar*, 7(4), 634-649. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.634-649>
- Choco, P., Rojas, M., Astudillo, P. y Castillo, J. (2024). Impacto académico y motivacional del GeoGebra en el estudio de áreas y perímetros. *Revista RELIGACION*. <https://revista.religacion.com/index.php/religacion/article/download/1286/1678/>
- Coronado, I., Martínez, D. y Vilvapoma, N. (2025). El software GeoGebra como herramienta técnica en la enseñanza universitaria de matemáticas. *Revista InveCom* / ISSN En línea: 2739-0063, 5(4), 1–9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15114455>
- Dávila, B., Avelino, J., Benavides, R. y Dávila, D. (2024). Impacto del uso del software GeoGebra en el aprendizaje de las funciones cuadráticas en estudiantes de bachillerato. *Revista Minerva*, 5(9). <https://doi.org/10.53591/minerva.v5i9.1611>
- Forbes Ecuador. (2023). Los docentes y el amor-odio a las matemáticas. <https://www.forbes.com.ec/columnistas/los-docentes-amor-odio-matematicas-n46897>
- Leal, S. (2025). "GeoGebra y el aprendizaje de funciones matemáticas: Análisis de evidencias y propuesta de un marco para estudios longitudinales". Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14994577>
- López Martínez, J. R., Ramos López, B. S., Ramos López, K. R., & Lozada López, D. J. (2025). Aplicaciones de los Sistemas Matemáticos en la Resolución de Problemas de Optimización en Ingeniería y Finanzas. *SAPIENS International Multidisciplinary Journal*, 2(2), 1-12. <https://doi.org/10.71068/w7f8s746>
- Ministerio de Educación. (2024). Estadística Educativa, Volumen 5. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/10/Estadistica-Educativa-Vol-5.pdf>
- Mora, J. (2024). GeoGebra como herramienta de transformación educativa en matemática. Recuperado de <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/1878/1/136-149.pdf>
- Morales, L., Zuta, L., Solís, B. y Fernández, F. (2023). El uso del software GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Referencia Pedagógica*, 11(1), 45-60. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-30422023000100002



- Muñoz, J. (2023). GeoGebra como herramienta para el aprendizaje de funciones cuadráticas. Universidad Nacional de Educación.
<http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/3256>
- Navarrete, J., Durán, V. y Tutiven, D. (2023). Software educativo GeoGebra en el aprendizaje de gráfica de funciones. Revista científica multidisciplinaria arbitrada Yachasun - ISSN: 2697-3456, 7(12 Ed. esp.), 176–200.
<https://doi.org/10.46296/yc.v7i12edespjun.0340>
- OCDE. (2023). Combatting COVID-19's effect on education.
<http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/combating-covid-19-s-effect-on-children-2e1f3b2f/>
- OECD. (2019), PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- OECD. (2024). Mathematics literacy: PISA 2022 results.
<https://www.oecd.org/en/topics/mathematics-literacy.html>
- Ordóñez, K., Molina, M. y Ordoñez, J. (2022). GeoGebra: Una herramienta tecnológica para aprender matemáticas. Editorial Saberes del Conocimiento.
<https://bit.ly/4dZRo5I>
- Román, S. y Sánchez G. (2022). Fortalecimiento en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la función cuadrática para mejorar la interpretación y solución de problemas utilizando el software educativo GeoGebra (Tesis de Maestría). Universidad de Santander. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/8983>
- Surichaqui, F., Quispe, H., Surichaqui, M., Torpoco, D., Ticse, D., y Suárez, C. (2022). Uso del software GeoGebra en el aprendizaje de las funciones cuadráticas. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
<https://doi.org/10.35622/inudi.b.062>
- Tandfonline.com. (2023). Potenciales y limitaciones de GeoGebra en la enseñanza de límites y continuidad de funciones.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2331186X.2023.2238469>
- UNESCO. (2024). Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2023: Tecnología en la educación: ¿Una herramienta en los términos de quién? Publicaciones UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388894>
- Vargas, A. (2020). Resolución de problemas de función cuadrática y uso de aplicaciones móviles en estudiantes de décimo año del liceo naval de guayaquil (Tesis de maestría). Universidad Casa Grande, Guayaquil, Ecuador. <https://bit.ly/475E5OV>
- Vargas, M. (2020). Comprensión de conceptos y resolución de ejercicios sobre funciones cuadráticas, mediante la aplicación del software GeoGebra, en estudiantes del primer año de bachillerato general unificado de una unidad educativa local (Tesis de maestría). Universidad de Cuenca. <https://bit.ly/3XnBI5Z>
- Vargas, V., López, J., Villacís, D. y Zambrano, D. (2023). GeoGebra como estrategia didáctica para el desarrollo del rendimiento académico en el aprendizaje de funciones reales de los estudiantes de tercero de bachillerato de la unidad educativa Camilo Gallegos. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(1), 9490-9409.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5142



Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA:

Nombres de autores e iniciales: Byron Dávila Guamán (BDG), Jorge Avelino Villacis (JAV), John Granados Romero (JGR)

1. Conceptualización: (BDG)
2. Curación de datos: (JAV)
3. Análisis formal: (JGR)
4. Adquisición de fondos: (JAV)
5. Investigación: (BDG)
6. Metodología: (BDG)
7. Administración del proyecto: (BDG)
8. Recursos: (JAV)
9. Software: (BDG)
10. Supervisión: (JGR)
11. Validación: (JAV)
12. Visualización: (JAV)
13. Redacción – borrador original: (BDG)
14. Redacción – revisión y edición: (BDG)