

## Impacto del uso del software GeoGebra en el aprendizaje de las funciones cuadráticas en estudiantes de bachillerato

**Byron Enrique Davila Guaman**

[byron.davilagu@ug.edu.ec](mailto:byron.davilagu@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-2721-8531>

Universidad de Guayaquil  
Ecuador

**Jorge Enrique Avelino Villacis**

[jorge.avelinovi@ug.edu.ec](mailto:jorge.avelinovi@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0006-6889-8701>

Universidad de Guayaquil

**Ramiro Fabian Benavides Torres**

[ramiro.benavidesto@ug.edu.ec](mailto:ramiro.benavidesto@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0009-7465-6305>

Universidad de Guayaquil

**Daniel Enrique Davila Jiménez**

[daniel.davilaj@ug.edu.ec](mailto:daniel.davilaj@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0005-2952-2966>

Universidad de Guayaquil

*Artículo recibido 2 septiembre 2024*

*Aceptado para publicación: 16 noviembre 2024*



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado con el propósito de indagar el impacto de la integración del software GeoGebra en la enseñanza de las funciones cuadráticas en estudiantes de primer año de bachillerato, pertenecientes a la Unidad Educativa Particular "Santa María Goretti". La población objetivo estuvo conformada por 60 estudiantes distribuidos en dos paralelos, la muestra fue no probabilística a conveniencia, escogiendo al paralelo con menor rendimiento académico en matemáticas y estuvo conformada por 29 estudiantes de este nivel. Mediante un diseño pre-experimental y un enfoque cuantitativo, se procedió a aplicar dos cuestionarios con preguntas equivalentes cuyos resultados fueron analizados con el test de Wilcoxon para muestras relacionadas para comparar mediciones del antes (pretest) y el después (postest) de aplicar una intervención pedagógica que utilizó el software GeoGebra, obteniendo resultados que permitieron concluir que, con el uso de este software en el aula de clases, los estudiantes pueden llegar a presentar una mejora significativa en sus resultados académicos.

**Palabras clave:** *GeoGebra; Funciones; Cuadráticas; Software Matemático; Matemáticas.*

## Impact of the use of GeoGebra software on the learning of quadratic functions in high school students

### ABSTRACT

The present research work was carried out with the purpose of investigating the impact of the integration of the GeoGebra software in the teaching of quadratic functions in first-year high school students, belonging to the "Santa María Goretti" Private Educational Unit. The target population was made up of 60 students distributed in two parallels, the sample was non-probabilistic for convenience, choosing the parallel with the lowest academic performance in mathematics and was made up of 29 students of this level. Using a pre-experimental design and a quantitative approach, two questionnaires with equivalent questions were applied, the results of which were analyzed with the Wilcoxon test for related samples to compare measurements before (pretest) and after (posttest) of applying an intervention. pedagogy that used the GeoGebra software, obtaining results that allowed us to conclude that, with the use of this software in the classroom, students can present a significant improvement in their academic results.

**Keywords:** *GeoGebra; Features; Quadratics; Mathematical Software; Math.*

## INTRODUCCIÓN

El tema de las funciones cuadráticas es fundamental en el currículo de Matemáticas de bachillerato y es la base para comprender y aplicar otros conceptos clave, pero a menudo se enfrenta a desafíos en términos de comprensión y retención por parte de los estudiantes, especialmente cuando se trata de interpretar signos y determinar elementos de la parábola como el vértice, el eje de simetría, la concavidad y los cortes con los dos ejes del plano cartesiano.

Entre las posibles causas de esta problemática se encuentran la falta de habilidades de abstracción y pensamiento espacial por parte de los estudiantes para visualizar la relación entre la expresión algebraica y su respectiva representación en el plano cartesiano y, por otro lado, está el enfoque tradicional que se suele usar para la enseñanza de las matemáticas y que se caracteriza por la exposición del maestro con ejemplos y ejercicios para los estudiantes.

La Unidad Educativa Particular "Santa María Goretti" ha detectado, a través de observaciones en el aula y evaluaciones formativas, una serie de falencias recurrentes en la representación gráfica de las funciones cuadráticas entre los estudiantes de bachillerato, estas dificultades incluyen, pero no se limitan, a la identificación incorrecta del vértice de la parábola, así como errores en la interpretación y trazado de su gráfico.

Esta investigación surge del interés por obtener, a través de un estudio riguroso, una visión integral sobre cómo el uso de herramientas tecnológicas puede transformar la enseñanza de las matemáticas, proporcionando datos y análisis que sean de gran utilidad para educadores, administradores escolares y responsables de políticas educativas.

GeoGebra es una herramienta digital que combina geometría, álgebra y cálculo, y que ha ganado popularidad como recurso educativo debido a su facilidad para la visualización y comprensión de conceptos complejos al ofrecer diversas representaciones, herramientas de construcción, funciones, animaciones,

opciones de personalización y recursos compartidos, por otro lado, según Arteaga et ál. (2019) su compatibilidad con los sistemas operativos más populares como Linux, Windows, Android, macOS, entre otros lo hace accesible para una amplia gama de usuarios, en otras palabras, su versatilidad la convierte en una herramienta valiosa para la enseñanza de las Matemáticas a estudiantes, docentes e investigadores de diversas áreas.

En el ámbito internacional, la introducción de GeoGebra en la enseñanza de funciones cuadráticas ha generado un interés significativo en la comunidad educativa debido a su potencial para mejorar la comprensión de los conceptos matemáticos, así como para fomentar un aprendizaje más interactivo y significativo a través de la exploración visual de sus características.

Con el propósito de analizar el impacto del software GeoGebra como herramienta metodológica en la enseñanza de las matemáticas, Carvajal (2020), diseñó e implementó una estrategia pedagógica que integra el uso de este software. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo y diseño experimental, en la cual se conformaron un grupo experimental y un grupo control. Los resultados evidenciaron que el uso de GeoGebra como herramienta metodológica contribuyó a mejorar significativamente el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental, en comparación con los del grupo control.

Por otro lado, Reyes et ál. (2020), analizaron el impacto del software educativo GeoGebra en la enseñanza y aprendizaje de matemáticas en estudiantes de quinto grado de secundaria, y, utilizando un diseño cuasi-experimental, obtuvieron resultados que evidenciaron un aumento significativo en las calificaciones del grupo experimental frente al grupo control, lo que demuestra que el uso de GeoGebra mejora notablemente el aprendizaje en matemáticas.

En otro estudio realizado, Leal et ál. (2021) exploraron el uso innovador del software GeoGebra en la enseñanza de la matemática y utilizando una metodología de revisión bibliográfica exhaustiva en bases de datos como Google Scholar, Scielo y Scopus, seleccionaron artículos con una base científica sólida,

tanto empíricos como teóricos obteniendo resultados que demostraron que GeoGebra es un software versátil y accesible que permite diversificar las actividades docentes y disminuir la monotonía en las clases.

Anato (2022), realizó un estudio cuyo objetivo fue caracterizar algunos aspectos que ayudaran a generar estrategias metodológicas al analizar la experiencia de los docentes en el aula para lo cual, recolecto datos, luego aplicó una entrevista semiestructurada y junto a la observación, concluyó que los docentes de matemática atienden a la necesidad de elaborar estrategias metodológicas para la enseñanza de la función cuadrática, aunque se evidencia la necesidad de establecer una mayor relación entre los temas a enseñar y el software GeoGebra.

En el ámbito nacional, los hallazgos también sugieren que el uso de GeoGebra en la enseñanza de funciones cuadráticas mejora considerablemente la comprensión de los estudiantes y aumenta su motivación para estudiar matemáticas, investigadores como Vargas (2020), han promovido el uso del software GeoGebra para la comprensión de conceptos sobre funciones cuadráticas con el objetivo de identificar las deficiencias y errores más frecuentes en estos temas y diseñar una guía didáctica sustentada en dicha herramienta tecnológica. La metodología empleada abarcó una población estudiantil dividida en grupos de control y experimental y los resultados evidenciaron su eficacia como recurso didáctico.

Por otra parte, la investigación realizada por Vargas et ál. (2023) en la Unidad Educativa "Camilo Gallegos" en Riobamba, con el objetivo de mejorar el rendimiento académico en funciones reales, utilizó GeoGebra como estrategia didáctica para recolectar datos y demostró que el grupo experimental que recibió clases con GeoGebra, obtuvo un rendimiento académico superior al grupo de control.

Así mismo, Cedeño y Rivadeneira (2023) resaltan la importancia de que los docentes posean habilidades en el manejo de herramientas tecnológicas, como GeoGebra, para guiar eficazmente a los estudiantes, mejorando así su rendimiento académico y facilitando el aprendizaje de las matemáticas. La metodología presentada en el artículo es de tipo cualitativa y sus resultados destacan los beneficios de

implementar GeoGebra en el aula para estimular la creatividad, mejorar el interés y la construcción del conocimiento matemático en los estudiantes.

Por otro lado, el estudio realizado por Auccahuallpa et al. (2022) en la Universidad Nacional de Educación se centró en demostrar los beneficios del uso de GeoGebra en la enseñanza de matemáticas, mediante una metodología cuantitativa, aplicó un cuestionario de 24 ítems a 799 docentes a nivel nacional, lo que permitió obtener una valoración positiva del software por parte de los usuarios y un interés notable entre docentes no usuarios en recibir capacitación. Los resultados indicaron que GeoGebra contribuye al desarrollo de habilidades para el trabajo colaborativo, la verificación de postulados y la comprensión de conceptos matemáticos, destacando su papel como mediador en el aprendizaje.

En el ámbito local, Vargas (2020) llevó a cabo un estudio en el Liceo Naval de Guayaquil con el objetivo de analizar la problemática que presentan los estudiantes en la resolución de problemas sobre funciones cuadráticas, para ello, implementó una innovación educativa que combinó el uso de aplicaciones móviles con estrategias constructivistas. La metodología empleada fue de alcance descriptivo-correlacional, con un diseño pretest-posttest, utilizando un grupo experimental y uno de control y los resultados obtenidos demostraron un desarrollo notable en las destrezas de resolución de problemas y un aumento significativo en la satisfacción y confianza del estudiante para abordar las matemáticas.

El estudio llevado a cabo por Ordóñez et ál. (2023), compiló y analizó material bibliográfico relevante para sustentar el uso de GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas, y, para alcanzar este propósito, se implementó una metodología basada en una revisión bibliográfica exhaustiva, recurriendo a diversas bases de datos y seleccionando estudios publicados entre 2014 y 2021. Los resultados del estudio revelaron que GeoGebra juega un papel crucial en la educación matemática, ya que facilita la interacción en el aula y promueve un aprendizaje más dinámico y eficiente, resaltando la importancia de integrar tecnologías avanzadas en la enseñanza de las matemáticas para promover un aprendizaje más interactivo y significativo

para los estudiantes.

El objetivo del presente trabajo de investigación es indagar el impacto de la integración del software GeoGebra en la enseñanza de las funciones cuadráticas en estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Particular "Santa María Goretti".

## METODOLOGÍA

La investigación respondió a un diseño pre-experimental con un enfoque cuantitativo, se utilizó el método deductivo con un nivel de estudio explicativo para comprender los efectos de una intervención. El periodo temporal de este estudio es transversal y recolectó datos en el primer trimestre del ciclo lectivo 2024-2025.

La población objetivo estuvo conformada por 60 estudiantes de la Unidad Educativa Particular "Santa María Goretti", distribuidos en dos paralelos del primer año de bachillerato. Como criterio de inclusión se consideró solo a los estudiantes legalmente matriculados en el curso a intervenir y que hayan cursado el ciclo inmediato anterior en la misma institución educativa.

Se aplicó un muestreo no probabilístico a conveniencia, escogiendo al paralelo con menor rendimiento académico en matemáticas, por lo que la muestra estuvo conformada por 29 estudiantes de este nivel, con edades que oscilan entre los 15 y 17 años.

Con el fin de recabar información relevante y obtener elementos de juicio sobre los posibles logros y dificultades de los estudiantes se elaboraron varios instrumentos de investigación como entrevistas y pruebas de rendimiento cuya validez y confiabilidad fue comprobada mediante el Alfa de Cronbach. Estos datos fueron procesados con la ayuda del software de análisis estadístico Jamovi para el caso de las pruebas de rendimiento, y del software ATLAS.ti para identificar categorías y patrones en las respuestas de los participantes en las entrevistas.





El estudio se desarrolló en varias etapas, en la fase de planificación, se crearon los instrumentos de recolección de datos, una guía de entrevista y dos cuestionarios equivalentes de 10 preguntas con 4 opciones de respuesta, luego, se llevaron a cabo las entrevistas a las autoridades del plantel y se aplicó uno de los cuestionarios antes de la intervención pedagógica con el software GeoGebra (pretest) y otro cuestionario después de la intervención (postest), a continuación, estos datos fueron analizados usando técnicas tanto cuantitativas como cualitativas, y, finalmente, en la fase de interpretación de resultados, se compararon todos los hallazgos con el fin de obtener una visión completa del impacto del uso del software GeoGebra.

Para comparar las mediciones del antes y el después de aplicar la intervención, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas con un nivel de confianza de 95%, y un nivel de significancia de 5%, con los siguientes parámetros para aceptar o rechazar las hipótesis:

Valor  $p >$  Nivel significancia, se acepta la hipótesis nula.

Valor  $p \leq$  Nivel significancia, se rechaza hipótesis nula.

Hipótesis nula ( $H_0$ ): No existe diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de notas antes y después de aplicar la intervención.

Hipótesis alternativa ( $H_a$ ): Existe diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de notas antes y después de aplicar la intervención.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio contó con 29 observaciones válidas, facilitando una comparación directa. La validación del cuestionario se realizó mediante el Alfa de Cronbach, obteniendo un coeficiente de 0.76, lo que implica una confiabilidad aceptable. Las siguientes tablas muestran las frecuencias de los puntajes obtenidos en las dos evaluaciones realizadas, así, la tabla 1 presenta los resultados observados en la prueba pretest, mientras que la tabla 2 los de la prueba postest.

Tabla 1  
*Frecuencias de los puntajes obtenidos en la prueba pretest.*

Pretest	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
1	6	20.7 %	20.7 %
2	6	20.7 %	41.4 %
3	3	10.3 %	51.7 %
4	7	24.1 %	75.9 %
5	7	24.1 %	100.0 %

Fuente: Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Jamovi.

De acuerdo a la tabla 1, los puntajes obtenidos en la prueba pretest varían entre 1 y 5, siendo las puntuaciones de 4 y 5 las más frecuentes, representando en conjunto el 48.2% del total, seguidas por las puntuaciones de 1 y 2, representando en conjunto el 41.4% del total. Claramente se observa que, la distribución está sesgada hacia las puntuaciones más bajas, con más del 51% de los estudiantes obteniendo puntuaciones de 3 o menos.

Tabla 2  
*Frecuencias de los puntajes obtenidos en la prueba postest.*

Postest	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
5	5	17.2 %	17.2 %
6	1	3.4 %	20.7 %
7	10	34.5 %	55.2 %
8	4	13.8 %	69.0 %
9	4	13.8 %	82.8 %
10	5	17.2 %	100.0 %

Fuente: Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Jamovi.

Por otra parte, la tabla 2 presenta los puntajes obtenidos en la prueba postest, mismos que varían entre 5 y 10, siendo la puntuación de 7 las más frecuente, constituyendo el 34.5% del total, después tenemos las puntuaciones de 8 y 9 que representan en conjunto el 27.6% del total por lo que la distribución sugiere una

tendencia hacia puntajes medios, con el 69% de los estudiantes obteniendo puntuaciones de 8 o menos, y el 31% alcanzando puntuaciones de 9 o más.

Para la prueba de normalidad se utilizó el test de Shapiro Wilk debido a que la cantidad de mediciones fueron menores a 50 unidades de estudio, obteniendo un valor p menor que el nivel de significancia para ambas pruebas, lo que implica que los datos obtenidos antes y después de aplicar la intervención no siguen una distribución normal. La siguiente tabla presenta una comparación de los parámetros estadísticos de las dos evaluaciones realizadas.

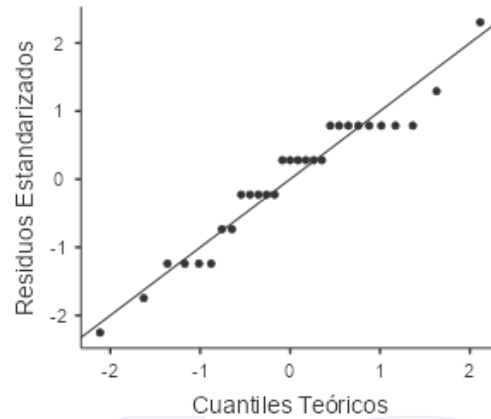
Tabla 3  
*Descriptivos de las pruebas pretest y posttest*

	Pretest	Posttest
N	29	29
Media	3.10	5.45
Mediana	3	5
Desviación estándar	1.52	1.21
W de Shapiro-Wilk	0.864	0.833
Valor p de Shapiro-Wilk	0.0015	0.0003

Fuente: Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Jamovi.

De acuerdo a la tabla 3, los resultados obtenidos muestran que la media de los puntajes obtenidos en la prueba pretest es de 3.10, mientras que los de la prueba posttest tienen una media significativamente más alta de 5.45. Estos resultados podrían sugerir un mejor rendimiento en la prueba del posttest, aunque debe ser comprobado mediante una prueba no paramétrica debido a que no los datos no siguen una distribución normal.

Figura 1  
Diagrama de dispersión de las pruebas pretest y posttest.



Fuente: Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Jamovi.

El gráfico 1 muestra la relación entre los cuantiles teóricos y los residuos estandarizados, en el cual se observa una alineación de puntos que confirma que los datos no se ajustan perfectamente a una distribución normal, por lo que se utilizó una prueba no paramétrica, específicamente el test de Wilcoxon para muestras relacionadas con la finalidad de confirmar si esta diferencia entre las notas obtenidas antes y después de aplicar la intervención es estadísticamente significativa.

Tabla 4  
Prueba para muestras relacionadas

			Estadístico	P
Pretest	Posttest	W de Wilcoxon	0.00 <sup>a</sup>	< .0001

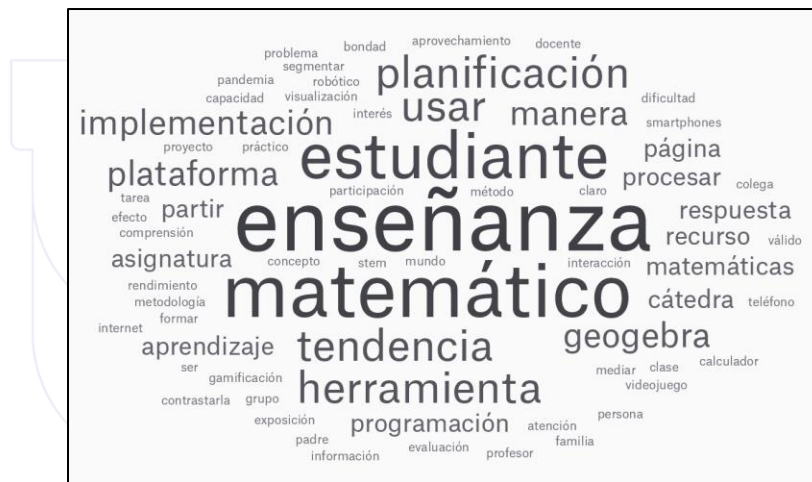
Nota. H<sub>a</sub>  $\mu_{\text{Medida 1}} - \mu_{\text{Medida 2}} \neq 0$ . Fuente: Registro de notas. Elaboración propia.

La tabla 4 confirma el rechazo de la hipótesis nula por lo que la hipótesis alternativa es aceptada ya que el valor p es inferior al nivel de significancia. Por lo tanto, podemos concluir que efectivamente existe una diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de notas antes y después de aplicar la intervención.

La siguiente nube de palabras ha sido generada a partir de una serie de entrevistas realizadas a las autoridades de la Unidad Educativa Particular "Santa María Goretti". Esta visualización permite identificar las palabras y conceptos más recurrentes mencionados durante las entrevistas, proporcionando una visión general de las respuestas proporcionadas por los entrevistados. La frecuencia y tamaño de las palabras en la nube reflejan su relevancia en el discurso de las autoridades.

Figura 2

*Representación gráfica de los resultados de las entrevistas a las autoridades del plantel educativo*



Fuente: Datos de las entrevistas. Elaboración propia utilizando el software ATLAS.ti

El diagrama de nube de palabras obtenido a través de las encuestas realizadas a las autoridades del plantel educativo revela que, estas hacen énfasis en la enseñanza de las matemáticas con el uso planificado de herramientas digitales como GeoGebra para facilitar el aprendizaje, destacando la participación activa de los estudiantes en su proceso educativo.

## CONCLUSIONES

El diagnóstico de conocimientos sobre funciones cuadráticas antes de aplicar la intervención con el software GeoGebra, mostró que, la mayoría de estudiantes se encontraban en el extremo inferior de la escala de puntuaciones, mientras que después de la intervención, los puntajes obtenidos evidenciaron un rendimiento aceptable, lo cual sugiere que, los estudiantes presentaron una mejora estadísticamente significativa.

La integración del software GeoGebra para el aprendizaje de las funciones cuadráticas mostró evidencia de una mayor comprensión de conceptos matemáticos y mejores resultados académicos por parte de los estudiantes, por lo que se destaca la importancia de adaptar continuamente los métodos pedagógicos con el uso de esta herramienta.

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a las autoridades y estudiantes de la Unidad Educativa Particular "Santa María Goretti" por su apoyo y disposición para el desarrollo de esta investigación. Asimismo, a la Universidad de Guayaquil por la acogida de este artículo científico.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Auccahuallpa, 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>
- Anato, P. (2022). *Geogebra y su incidencia en la enseñanza de la función cuadrática*. *Delectus*, 5(1). <https://bit.ly/3AGgLv9>
- Arteaga, E., Medina, J. y Del Sol Martínez, J. (2019). *El GeoGebra: una herramienta tecnológica para aprender matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática*. *Revista Conrado*, 15(70), 102-108. <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Carvajal, J. (2021). *Aplicación del software GeoGebra como herramienta metodológica en la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de noveno grado* (Tesis de maestría). Universidad de Santander UDES, Tame, Colombia. <https://bit.ly/4dCzhTD>



- 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>
- Leal, S., Lezcano, L. y Gilbert, E. (2021). *Usos innovadores del software GeoGebra en la enseñanza de la matemática*. Varona, (72). <https://bit.ly/3Xl8shM>
- 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.v7i12edesjun.0340>
- Ordóñez, K., Molina, M. y Ordoñez, J. (2022). *GeoGebra: Una herramienta tecnológica para aprender matemáticas*. Editorial Saberes del Conocimiento. <https://bit.ly/4dZRo5I>
- Pumacallahui E., Acuna C. y Calcina D. (2021). *Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de la región de Madre de Dios*. Educación Matemática 2021, vol.33, n.2, pp.245-273. <https://doi.org/10.24844/em3302.10>.
- Reyes, G., Campana, A. y Mori, M. (2020). *El GeoGebra para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. Big Bang Faustiniiano, 9(1). <https://doi.org/10.51431/bbf.v9i1.587>
- 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](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5142)