

IMPACTO DEL USO DE GEOGEBRA EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO GEOMÉTRICO SOBRE SECCIONES CÓNICAS EN BACHILLERATO

IMPACTO DE GEOGEBRA EN EL PENSAMIENTO GEOMÉTRICO EN BACHILLERATO

AUTORES: [1]Cristian Guillermo Gallardo Calapaqui[1]

[2] Dimas Geovanny Vera Pisco[2]

[3] Diego Sornoza-Parrales[3]

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:

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

Fecha de recepción:

Fecha de aceptación:

[1] Magíster en Estudios Socioambientales, Docente. Universidad de Especialidades Espíritu Santo. cristian.gallardo@uees.edu.ec, https://orcid.org/0009-0008-6722-8030, Pichincha, Ecuador.

[2] Magister en Educación Mención en Enseñanza de la Matemática, Magister en Matemática, Ingeniero Civil. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Universidad Estatal del Sur de Manabí. deverap@uees.edu.com, dimas.vera@unesum.ed.ec, https://orcid.org/0000-0002-3524-0907.Jipijapa, Ecuador.

[3] Doctor En estudios Educativos en el campo de la Política Crítica, Equidad y Liderazgo, Docente Agregado. Ph.D. Universidad Estatal del Sur de Manabí. diego.sornoza@unesum.edu.ec, https://orcid.org/0000-0001-9319-9298, Manabí, Ecuador.

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

RESUMEN

GeoGebra se ha consolidado como una herramienta tecnológica fundamental en la enseñanza de las matemáticas, puesto que representa conceptos abstractos de manera dinámica y visual. La aplicación de este software ha demostrado ser útil en áreas como la geometría, álgebra y cálculo, de modo que los estudiantes interactúan con construcciones gráficas en tiempo real. En el ámbito de la geometría analítica, GeoGebra facilita la exploración de las secciones cónicas con representaciones visuales que fortalecen la intuición espacial y la vinculación entre el lenguaje algebraico y geométrico. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el potencial pedagógico de integrar GeoGebra como recurso para promover aprendizajes significativos y contextualizados en la educación matemática. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y cuasi-experimental, con la aplicación de un cuestionario de percepción y análisis de desempeño académico para medir el impacto de las estrategias didácticas implementadas. Se trabajó con estudiantes de primero de bachillerato, distribuidos en un grupo experimental, debido a que la muestra es pequeña de 17 estudiantes. Por ello, se realizó una prueba t pareada entre el uso de GeoGebra y los métodos tradicionales de enseñanza. Este proyecto se orientó al diseño de estrategias didácticas innovadoras que promovieran la comprensión profunda de los contenidos matemáticos, así como el desarrollo del pensamiento crítico y habilidades de visualización. En consecuencia, la implementación del software GeoGebra resultó ser altamente beneficiosa para ejemplificar y enseñar las secciones cónicas, puesto que la integración de recursos digitales mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría analítica.

PALABRAS CLAVES: GeoGebra; geometría analítica; secciones cónicas; recursos digitales y tecnología educativa.

Impact of the Use of GeoGebra on the Development of Geometric Thinking in Conic Sections in High School Students

ABSTRACT

GeoGebra has established itself as a fundamental technological tool in mathematics education, as it enables the representation of abstract concepts in a dynamic and visual manner. The application of this software has proven to be valuable in areas such as geometry, algebra, and calculus, allowing students to interact with graphical constructions in real time. In the field of analytic geometry, GeoGebra facilitates the exploration of conic sections through visual representations that strengthen spatial intuition and the connection between algebraic and geometric language.

The main objective of this study was to assess the pedagogical potential of integrating GeoGebra as a resource to foster meaningful and contextualized

learning in mathematics education. The research methodology was based on a quantitative, quasi-experimental approach, involving the application of a perception questionnaire and analysis of academic performance to evaluate the impact of the implemented didactic strategies. The study involved first-year high school students, organized into an experimental group, due to the small sample size of 17 participants. Therefore, a paired t-test was conducted to compare the use of GeoGebra with traditional teaching methods.

This project aimed to design innovative teaching strategies that enhance deep understanding of mathematical content, as well as the development of critical thinking and visualization skills. Consequently, the implementation of GeoGebra software proved to be highly beneficial in illustrating and teaching conic sections, as the integration of digital resources significantly enhances the teaching and learning process of analytic geometry.

KEYWORDS: GeoGebra; analytic geometry; conic sections; digital resources; educational technology.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las evaluaciones internacionales han evidenciado un bajo rendimiento en el área de matemáticas por parte de los estudiantes de América Latina. Según la prueba PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) (2020), los países latinoamericanos, incluyendo Ecuador, obtuvieron resultados por debajo del promedio en lectura, ciencias y especialmente en matemáticas. En Ecuador, el 70% de los estudiantes evaluados no alcanzó el nivel básico en el dominio matemático, mientras que los resultados del examen nacional Ser Bachiller confirmaron también bajos puntajes en esta área (INEVAL, 2020).

Estas deficiencias se ven agravadas por factores estructurales del sistema educativo, la limitada preparación docente en contenidos matemáticos y la escasa integración de herramientas tecnológicas (Florio, 2022). Esta problemática se intensifica en Latinoamérica, debido a una carencia de cultura de investigación. Por ello, el sistema educativo latinoamericano debe promover políticas de investigación e innovación para consolidar nuevos procesos de enseñanza-aprendizaje (Domínguez & Delgado, 2022).

La literatura reciente resalta el potencial de la tecnología para transformar la enseñanza de las matemáticas. El *National Council of Teachers of Mathematics* sostiene que herramientas como GeoGebra no solo mejoran el logro

académico, sino que fomentan un aprendizaje significativo al permitir visualizar conceptos abstractos y explorar relaciones geométricas de forma interactiva (Karatas, 2021). No obstante, estudios como los de García-Lázaro y Martín-Nieto (2023) advierten que aún se requiere investigar cómo diseñar currículos que integren efectivamente estas herramientas, especialmente en contextos donde persisten brechas cognitivas y de acceso a recursos. Adicionalmente, la pandemia de COVID-19 profundizó la desigualdad del acceso a tecnología en el ámbito educativo. Por lo tanto, estas desigualdades redujeron las oportunidades de aprendizaje práctico, de manera que es importante adoptar estrategias digitales innovadoras que garanticen una educación más equitativa y significativa (Borba, 2021).

A pesar del consenso sobre los beneficios de GeoGebra en geometría persisten vacíos en la literatura. En este contexto, se requiere mayor investigación que contraste los efectos de la enseñanza tradicional frente al uso de herramientas dinámicas como GeoGebra, especialmente en contextos de bachillerato donde se acentúan las dificultades en áreas como la geometría analítica. Además, la mayoría de la literatura se centra en contextos con infraestructura tecnológica robusta, dejando de lado realidades como la ecuatoriana, donde factores como la formación docente insuficiente y el acceso desigual a recursos digitales condicionan su implementación (Avila & Andrade, 2023).

A pesar de los avances tecnológicos en el ámbito educativo, muchos docentes continúan utilizando métodos tradicionales, de manera que se limitan las posibilidades de exploración visual y comprensión conceptual por parte de los estudiantes. La implementación de estrategias tecnológicas como GeoGebra en la enseñanza de las matemáticas, especialmente en temas abstractos como la geometría transforma el proceso de aprendizaje en una experiencia dinámica, visual e interactiva. Por ello, el presente estudio busca explorar y desarrollar estas estrategias innovadoras en el ámbito educativo de bachillerato, enfocándose en la resolución de problemas y representación gráfica.

Plataformas interactivas y su rol en la enseñanza

El avance tecnológico se ha convertido en una herramienta para potenciar las capacidades del ser humano en distintos ámbitos dentro de la sociedad. Este surgimiento de una cultura digital ha revolucionado la comunidad educativa. La combinación de esto sucesos implica no solo el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas o softwares, sino también la propuesta de nuevas metodologías orientadas al proceso educativo.

Este proceso tecnológico-educativo tiene sus primeros antecedentes en los años cincuenta con la utilización de medios audiovisuales. Dentro de estos medios audiovisuales tenemos: radio y programas de televisión educativa, cintas orientadas a la capacitación y documentos por correo postal. Posteriormente, el surgimiento de los equipos computacionales y el internet

influenciando a nuevas competencias tecnológicas. Y finalmente, la tecnología actual ha tenido un gran impacto en la educación, puesto que se desarrollaron plataformas virtuales y programas computacionales como recursos en el ámbito educativo (Medina, et al., 2017).

El proceso de una nueva cultura digital juega un rol importante en la transformación de la enseñanza dentro de las aulas de clase. Este nuevo proceso de transformación educativa genera una nueva mentalidad que va más allá del simple uso de la tecnología en las instituciones educativas. En este sentido, la combinación del manejo de la tecnología y el proceso educativo implica una transición a nuevos entornos virtuales. Por lo tanto, los métodos de enseñanza y aprendizaje se enrumban a la creación de un modelo de conocimiento vanguardista (Fernández & Pinargote, 2019).

GeoGebra en el entorno de la geometría

La integración de la tecnología en las asignaturas de ciencias exactas mejora las habilidades de retención y rendimiento de los estudiantes (Hillmayr, 2020). En este contexto, GeoGebra es un paquete de software dinámico y de código abierto para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Este programa fue creado por Markus Hohenwater con funciones dinámicas para la geometría y algebra (Lavicza, 2009). Por ello, la incorporación de GeoGebra en las aulas promueve un aprendizaje activo y colaborativo entre el docente y los estudiantes.

Un nuevo ambiente de aprendizaje interactivo fortalece el interés académico por parte de los estudiantes. El explorar estos nuevos enfoques pedagógicos transforman la enseñanza de las ciencias exactas, de modo que, existe un cambio positivo en el rendimiento académico (Cobos Yugcha, et al., 2024). La integración de esta metodología pedagógica con recursos tecnológicos potencia las habilidades geométricas y fomenta una actitud positiva hacia el aprendizaje de la disciplina.

El aprendizaje de la geometría conlleva aspectos teóricos que requieren de una representación gráfica para su contextualización. En este sentido, el tema de las curvas cónicas puede ser ejemplificada con GeoGebra. El uso de este software no sólo es un apoyo docente, sino también una metodología que enriquece las habilidades, la retención, la comprensión y el rendimiento de los estudiantes (Ely, 2020). Por esta razón, el software interactivo supera significativamente a los métodos tradicionales en la retención de conceptos geométricos complejos.

En el marco de este estudio, se plantea la siguiente hipótesis: La implementación del software GeoGebra en el aula de matemáticas mejora significativamente la comprensión de las secciones cónicas en los estudiantes de bachillerato, en comparación con métodos tradicionales de enseñanza. Este enfoque educativo permite a los estudiantes construir una comprensión más profunda y contextualizada de las secciones cónicas, de manera se evidencia un aumento en las calificaciones frente a grupos con métodos tradicionales. Esta premisa se fundamenta en estudios previos que han demostrado la capacidad de GeoGebra para fomentar el pensamiento visual, la exploración activa y la construcción significativa del conocimiento matemático.

En este contexto, el objetivo principal se enfoca en desarrollar y aplicar estrategias tecnológicas didácticas basadas en el software GeoGebra para mejorar la comprensión y aplicación en el desarrollo del pensamiento geométrico sobre secciones cónicas en estudiantes de bachillerato. Por lo tanto, se promueve un aprendizaje interactivo que permita una mayor conexión entre los conceptos matemáticos y su capacidad para conectar representaciones algebraicas y gráficas.

En esta nueva era tecnológica, la práctica pedagógica requiere de nuevos modelos didácticos para crear un ambiente de credibilidad y confianza dentro de las aulas de clase. El enfoque tradicional de exponer ordenadamente los conceptos y ejemplos no favorecen el desarrollo activo del pensamiento. Por ello, el constructivismo educativo es un modelo de enseñanza que conlleva un desarrollo participativo, dinámico e interactivo del sujeto.

Fundamentación epistemológica del objeto de estudio

En el área de las matemáticas, el implementar este modelo constructivista promueve un ambiente de aprendizaje autónomo, activo y desafiante en los estudiantes. Según Godino y Burgos (2020), las distintas variedades del constructivismo han venido a jugar un papel significativo en el planteamiento curricular educativo de varios países. Esta idea se alinea con las teorías de Piaget, Ausubel y Vygotsky que concibe al estudiante como el principal protagonista en la construcción de su propio conocimiento (Genes Díaz, et al., 2017).

La implementación de un aprendizaje activo en base de modelos o simuladores crea un ambiente de participación activa combinada con la emoción y la lógica de los alumnos. Estas actividades no solo tienen un enfoque tecnológico, sino también, un enfoque sociocultural que se basa en la colaboración, el diálogo y la distribución de responsabilidad que se asigna en las aulas (Espinosa y Sierra, 2017).

Según las investigaciones de la Unesco (2021), los profesores de la asignatura de matemáticas necesitan generar expectativa, interés y gusto de los diversos temas, de manera que, deben promover situaciones problemáticas y

dinámicas acorde a la edad del estudiante (Gómez, 2021). Por lo tanto, mi proyecto didáctico integra el modelo constructivista con aplicaciones digitales prácticas en el ámbito matemático.

Para responder a los objetivos planteados y validar la hipótesis desde los fundamentos epistemológicos expuestos, la presente investigación adoptó un enfoque metodológico cuantitativo. Esta selección busca medir el impacto pedagógico en el rendimiento académico de los estudiantes de bachillerato. Por ello, este estudio se centra en un diseño pre-test/post-test con un grupo experimental cuyo desarrollo y ejemplificación se detalla en las siguientes secciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi-experimental de tipo pretest-postest con grupo experimental, sin grupo de control, con el objetivo de evaluar el impacto del uso de GeoGebra en el desarrollo del pensamiento geométrico en estudiantes de primero de bachillerato. Según Sánchez et al. (2024), un estudio cuantitativo requiere un análisis descriptivo de los resultados. Por ello, es indispensable el empleó de métodos estadísticos para analizar y ejemplificar los datos recolectados durante el estudio.

Para el análisis de los datos cuantitativos obtenidos, se utilizó Microsoft Excel, permitiendo la organización y tratamiento estadístico de los resultados. El análisis se realizó mediante métodos estadísticos inferenciales, de modo que, los datos fueron resumidos mediante el cálculo de medidas de tenencia central y dispersión (Zambrano-Cedeño et al., 2024).

Para la evaluación del impacto académico de GeoGebra, se llevó a cabo una prueba t de Student para muestras relacionadas. Este tipo de prueba se caracteriza principalmente por su frecuente uso con muestras pequeñas Esta prueba t de Student se aplicó con el propósito de contrastar los resultados obtenidos en el pre-test y pos-test y así determinar si existieron mejoras significativas a nivel individual. Para la prueba estadística se estableció un nivel de significancia de $p < 0.05$, considerando dicho valor como criterio para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas (Lugo-Armenta & Pino-Fan, 2022). Finalmente, se garantizará la validez interna mediante la aleatorización de la muestra y la fiabilidad de los instrumentos mediante una prueba piloto previa, de moque que se asegura que los resultados respondan directamente a la hipótesis planteada sobre la eficacia de GeoGebra.

El objetivo fue evaluar el impacto del uso del software GeoGebra en el desarrollo del pensamiento geométrico, específicamente en el tema de secciones cónicas. Las variables consideradas se clasificaron en una variable independiente y una dependiente. La metodología de enseñanza (tradicional vs. uso de GeoGebra) como variable independiente. Y el nivel de desempeño en resolución de problemas geométricos como variable dependiente.

Cada una de estas variables fueron evaluadas en el entorno de un salón de clases convencional, con sesiones de intervención orientadas a aplicar estrategias didácticas que integren el software GeoGebra en el aprendizaje de secciones cónicas, se aplicó una encuesta de percepción a ambos grupos para medir el nivel de confianza y familiaridad en el uso de tecnologías digitales, particularmente GeoGebra. Posteriormente, se administró un pre-test conformado por ejercicios relacionados con secciones cónicas. Luego de la intervención pedagógica, se aplicó un pos-test con el fin de determinar si la implementación del software GeoGebra generó una mejora significativa. Estas etapas metodológicas serán desarrolladas con mayor profundidad en la sección de procedimiento junto con los instrumentos empleados y los protocolos de validación

La población de estudio estará conformada por estudiantes de entre 15 y 16 años de edad, quienes cursan el primer nivel de educación secundaria en una institución privada de Quito y cuyo currículo contempla el aprendizaje de las secciones cónicas como parte fundamental del desarrollo de competencias matemáticas. La muestra estuvo conformada por 17 estudiantes de primero de bachillerato de una institución educativa ubicada en Ecuador.

Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico intencional, considerando como criterios de inclusión: estar matriculados en el curso correspondiente y tener una asistencia mínima del 80 % durante el periodo de intervención. Se excluyeron estudiantes que no completaron las actividades o abandonaron el estudio. Los estudiantes fueron divididos en un solo grupo experimental sin un grupo de control, ya que la muestra es de solo 17 estudiantes. Este grupo trabajó con GeoGebra como herramienta de apoyo didáctico con el objetivo de evaluar el impacto del uso de GeoGebra en el desarrollo del pensamiento geométrico.

Para el desarrollo de la investigación, se emplearon recursos tecno-pedagógicos alineados con los objetivos del estudio. El software GeoGebra, en su última versión disponible para escritorio y en línea. Este software se utilizó como herramienta central para la visualización dinámica de secciones cónicas, debido a su capacidad integradora de representaciones algebraicas y gráficas. Cada estudiante del grupo experimental contó con un computador portátil con

conexión a internet, de manera que se garantiza acceso equitativo al software durante las sesiones.

Adicionalmente, se estructuraron guías de ejercicios contextualizados según la malla curricular vigente. La evaluación del proceso se sustentó en tres instrumentos validados: una encuesta de percepción sobre el uso de tecnología, un pre-test para medir conocimientos iniciales y un pos-test con ítems de mayor complejidad. La rúbrica de estas evaluaciones se centró en dimensiones como precisión conceptual, manejo de representaciones y resolución de problemas. La integración de estos materiales combina el contenido disciplinar, tecnología y estrategias didácticas para analizar no solo resultados académicos, sino también la interacción entre innovación tecnológica y prácticas pedagógicas.

La investigación se llevó a cabo en un intervalo de seis semanas, de modo que se estructuró una secuencia de distintas fases. En primer lugar, la fase diagnóstica, en la cual se aplicó una encuesta de percepción a todos los estudiantes de primero de bachillerato. Esta etapa tuvo como objetivo explorar el nivel de familiaridad, confianza y disposición hacia el uso de herramientas tecnológicas, particularmente GeoGebra en el aprendizaje de matemáticas.

En segundo lugar, se procedió con una evaluación inicial mediante la aplicación de un pre-test. Esta evaluación permitió establecer el nivel de conocimientos previos sobre el tema de secciones cónicas el grupo experimental. Por ello, esta prueba sirvió como línea base para comparar los resultados posteriores a la intervención.

En tercer lugar, se desarrolló la intervención pedagógica durante un periodo de tres semanas. En esta etapa, los estudiantes del grupo experimental participaron en sesiones didácticas apoyadas en el uso del software GeoGebra, de manera que exploraron de forma dinámica y visual las propiedades geométricas de las secciones cónicas, tales como: la parábola, la elipse, la hipérbola y la circunferencia.

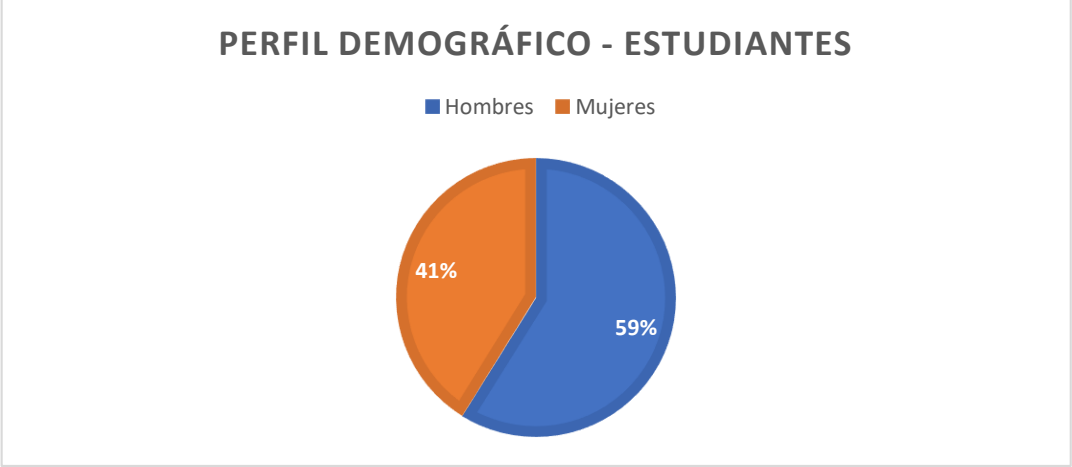
Una vez concluida esta intervención, se llevó a cabo la evaluación final, mediante la aplicación de un pos-test. Esta evaluación se diseñó con ejercicios diferentes, pero con un nivel de complejidad mayor al pre-test. Estos cambios se desarrollaron con el fin de evaluar posibles mejoras en el rendimiento de los estudiantes tras la implementación de las estrategias didácticas diferenciadas.

Finalmente, se realizó la recolección de datos y observaciones. Todos estos elementos tanto los resultados de las pruebas como las respuestas de la encuesta de percepción fueron registrados y almacenados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos se desarrolló en base a un modelo de estadística descriptiva empleando el programa de Microsoft Excel. El perfil de la muestra estuvo compuesto por 17 estudiantes que se distribuyen entre 10 hombres y 7 mujeres, de modo que, el 41% de los estudiantes son de género femenino y 59% de género masculino. El rango de edad de los encuestados está entre 14 y 15 años de edad.

Figura 1: Distribución por género de los estudiantes

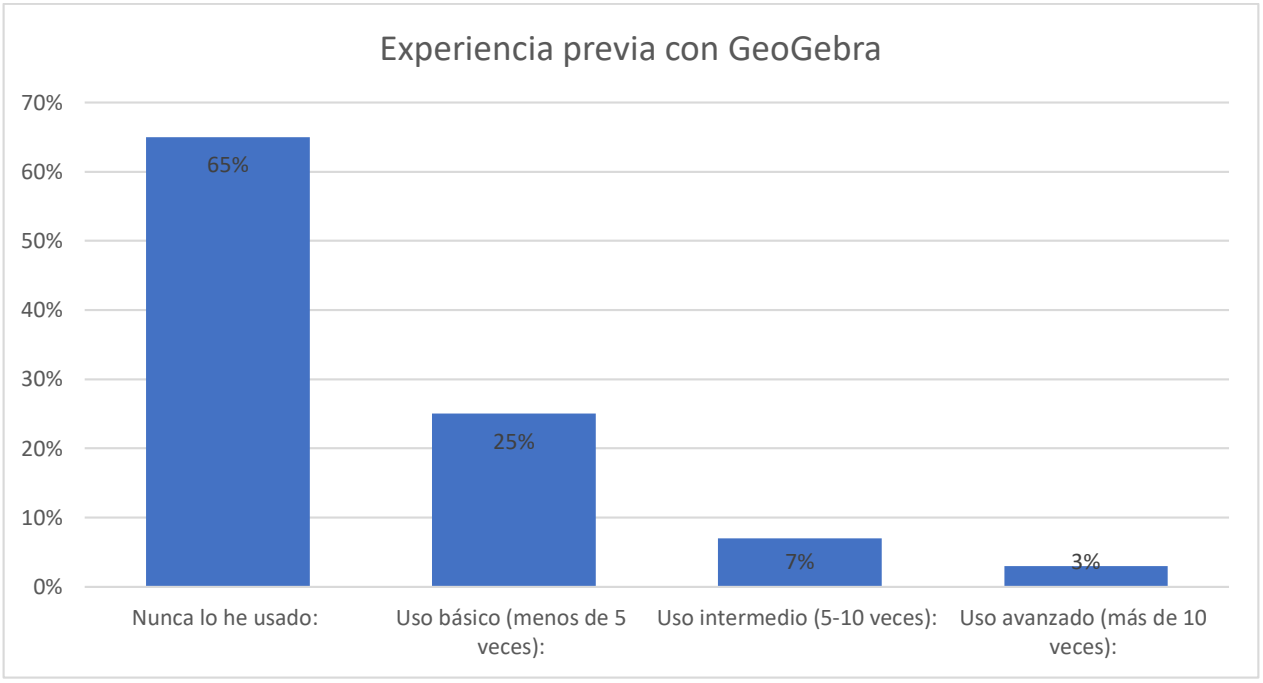


Autor: Elaboración propia (2025).

Previamente a la aplicación del pre-test, se implementó una encuesta de percepción sobre la experiencia previa, utilidad y confianza en el uso de GeoGebra. Las siguientes figuras ilustran los resultados obtenidos de cada uno de los ítems formulados en la encuesta.

La figura 2 representa el nivel de familiaridad de los estudiantes con GeoGebra. En base a los resultados de la encuesta, el 65% de los estudiantes desconocía GeoGebra, de manera que la implementación de este software es una experiencia nueva para los estudiantes. Además, solo el 3% se destacó como un usuario con alto nivel de experiencia.

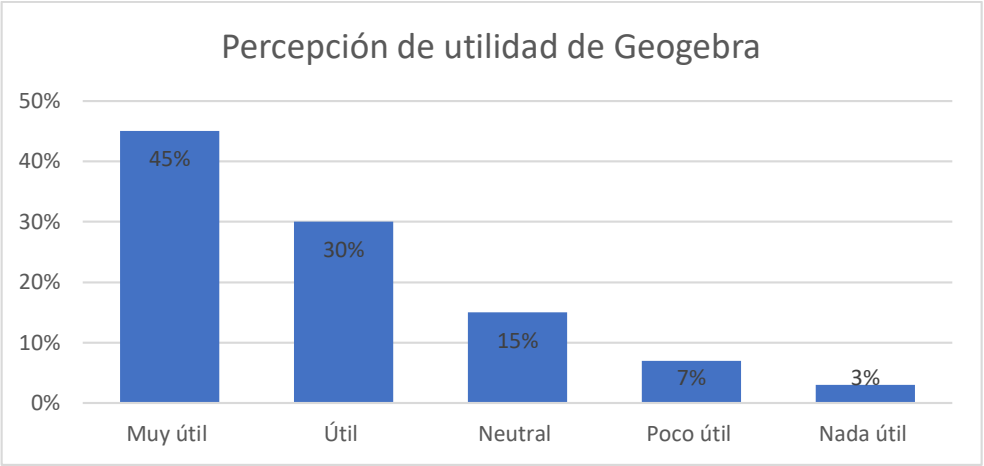
Figura 2: Nivel de experiencia previa con GeoGebra



Autor: Elaboración propia (2025).

La siguiente ilustración representa el porcentaje de percepción de utilidad de GeoGebra. El 75% de los estudiantes percibió que este software será útil o muy útil para el aprendizaje geométrico. Sin embargo, el 10% refleja resistencia al uso de la tecnología en clase.

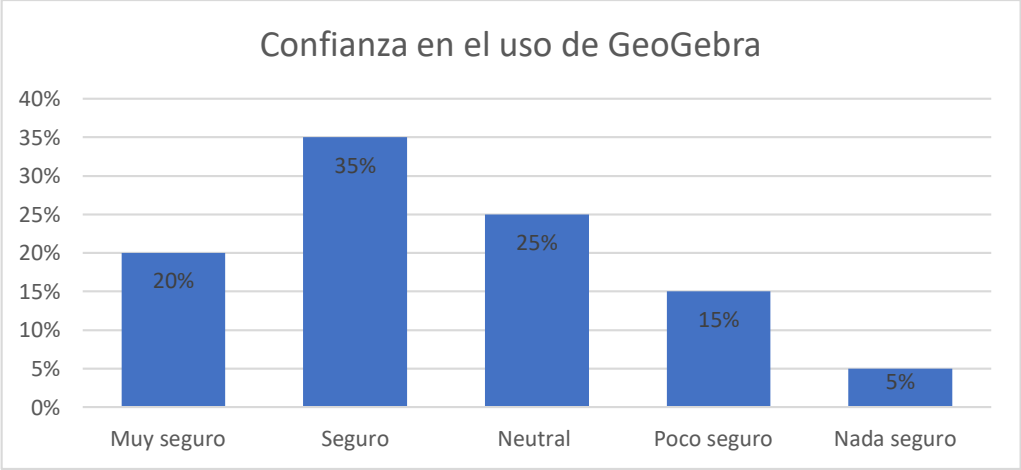
Figura 3: Nivel de percepción de utilidad de GeoGebra



Autor: Elaboración propia (2025).

Para evaluar la autopercepción de los estudiantes con respecto a las competencias digitales se midió el nivel de confianza. Este nivel de confianza se enfoca en la plataforma de GeoGebra. El 55% se sintió seguro o muy seguro de usar este software digital, mientras que el 20% expresó inseguridad. Estos datos previos demostraron la importancia de un acompañamiento docente continuo durante el uso de GeoGebra.

Figura 4: Nivel de confianza en el uso de GeoGebra



Autor: Elaboración propia (2025).

El análisis estadístico de las calificaciones obtenidas por los 17 estudiantes en las pruebas pre-test y pos-test evidencia una mejora en el rendimiento académico tras la intervención con el software GeoGebra. El pre-test presentó una media de 6.77 puntos, mientras que el pos-test alcanzó una media

superior de 7.57 puntos. Asimismo, la desviación estándar se redujo levemente, lo que puede sugerir una mayor homogeneidad en el desempeño final de los estudiantes. La prueba t de Student para muestras independientes se ejemplifican en la siguiente Tabla 1.

TABLA 1

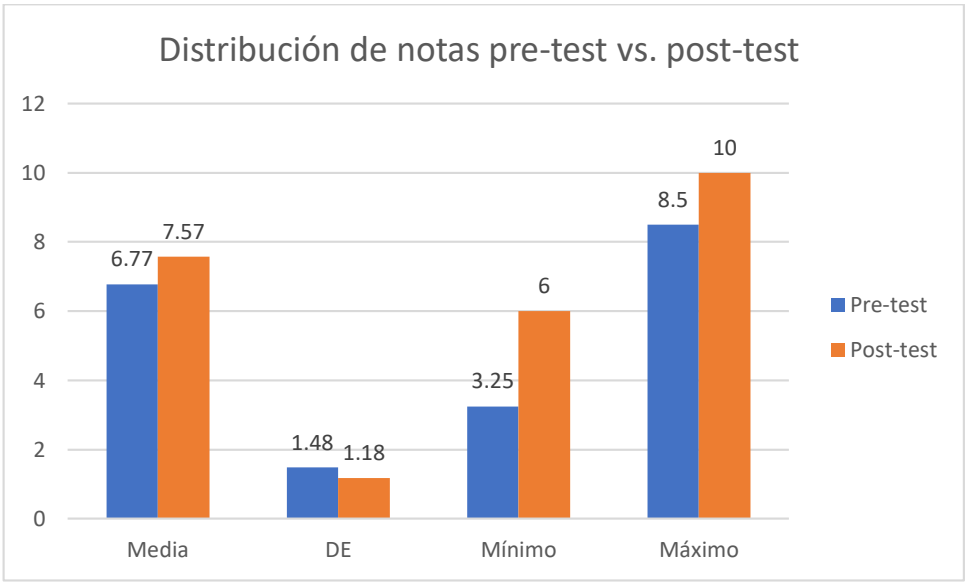
Distribución de la tendencia de notas pre-test vs. post-test

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo
Pre-test	6.77	1.48	3.25	8.5
Post-test	7.57	1.18	6	10

Nota: Pre-test vs. Post-test

El pre-test mostró una media de 6.77 (DE=1.48), con notas entre 3.25 y 8.5. Tras la intervención, el post-test registró un incremento de 0.8 puntos (M=7.57, DE=1.18), evidenciando una reducción en la dispersión y una mediana más elevada. Los resultados de estas medidas de tendencia se visualizan en la siguiente figura.

Figura 5: Distribución de notas Pre-test vs. Post-test



Autor: Elaboración propia (2025).

El incremento en las calificaciones del pos-test demuestra que el uso de GeoGebra favorece una comprensión más profunda y visual de las secciones cónicas, de modo que permite a los estudiantes una mejor asimilación de los conceptos geométricos. Esta mejora puede atribuirse a la posibilidad de manipular objetos geométricos dinámicamente, lo cual resulta beneficioso para los estilos de aprendizaje visual.

Para determinar si la diferencia entre las medias del pre-test y pos-test es estadísticamente significativa, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas. Esta prueba se realizó para muestras independientes (asumiendo varianzas desiguales) para determinar si existían diferencias significativas entre las medias del pre-test (6.77) y post-test (7.57). Los resultados se pueden visualizar en la siguiente tabla.

TABLA 2

*Resultados de la prueba *t* de Student para muestras independientes (Pre-test vs. Pos-test)*

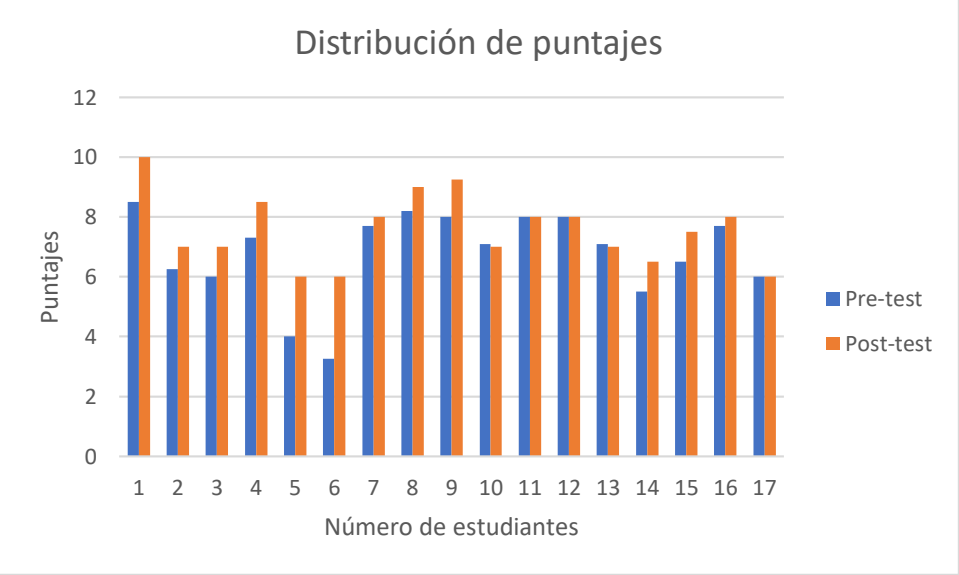
Parámetro	**Valor**	**Interpretación**
Estadístico t	-1.75	t= 1.75 (El valor absoluto del estadístico (*t* = 1.75) supera el valor crítico de una cola.
Valor *p* (una cola)	0.045	$p < 0.05 \rightarrow$ **Se rechaza H_0**. Mejora significativa en el pos-test.
Valor *p* (dos colas)	0.09	$p > 0.05 \rightarrow$ **No se rechaza H_0**. Diferencias no concluyentes sin dirección.
H_1 (unidireccional)	Se rechaza H_0	Respaldado por $p < 0.05$: GeoGebra mejora el rendimiento.
H_0 (bidireccional)	No se rechaza	Aunque no se alcance significancia bilateral, la mejora práctica es observable.

En base a estos resultados, El valor *p* (0.045) es menor que $p = 0.05$. Se rechaza H_0, lo que indica una mejora significativa en las notas post-intervención. El valor *p* (0.090) es mayor que $p = 0.05$. No se rechaza H_0,

sugiriendo que las diferencias no son estadísticamente significativas en este contexto. Por lo tanto, a prueba t unidireccional (p=0.045) respalda H_1. Esto respalda la hipótesis alternativa (H_1), que sostiene que el uso de GeoGebra influye positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes en temas de geometría. Este hecho se lo puede visualizar en la siguiente figura

Este incremento en las calificaciones puede visualizarse en la Figura 6, donde se compara la distribución de los puntajes del pre-test y pos-test mediante un diagrama de barras de los puntajes del pre-test y pos-test. En el pre-test, la mediana fue de 6.77, mientras que en el pos-test aumentó a 7.57 evidenciando una reducción en la dispersión y una tendencia hacia puntuaciones más altas. Estos hallazgos respaldan los resultados de la prueba t pareada (p=0.045), confirmando que la herramienta tuvo un impacto positivo significativo.

Figura 6: Distribución de puntajes Pre-test vs. Post-test



Autor: Elaboración propia (2025).

CONCLUSIONES

En conformidad al estudio cuantitativo realizado se evidencio que GeoGebra desempeña un papel significativo en la enseñanza de las secciones cónicas para estudiantes de primer año de bachillerato tanto en el ámbito académico como en la percepción estudiantil. Por lo tanto, se evidenció una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes una vez realizada la intervención pedagógica por medio de este software.

El método estadístico de la prueba t de Student, entre los puntajes antes y después del uso de GeoGebra, valida la hipótesis de que la enseñanza en base a recursos dinámicos y visuales favorece la comprensión de conceptos abstractos de la geometría. En este sentido, GeoGebra permitió a los estudiantes manipular, explorar y visualizar las propiedades de la parábola, la elipse, la hipérbola y la circunferencia de manera intuitiva y concreta. Por ello, GeoGebra se posiciona como una herramienta didáctica en los temas de geometría por su interactividad y accesibilidad.

Además, la integración de GeoGebra en el aula de bachillerato no solo mejoró el rendimiento académico en secciones cónicas, sino que también transformó la dinámica de enseñanza-aprendizaje. La implementación de recursos tecnológicos interactivos promueve un enfoque constructivista donde los estudiantes exploran, experimentan y construyen conocimiento de manera autónoma.

En este contexto, el uso de GeoGebra no solo optimiza los resultados académicos, sino que también contribuye al desarrollo de habilidades como la visualización espacial, el razonamiento deductivo y la capacidad para modelar situaciones matemáticas. No obstante, su éxito dependerá de un apoyo institucional continuo en formación docente y recursos tecnológicos, de manera que, la innovación pedagógica no profundice desigualdades preexistentes dentro del ámbito socioeconómico y sociocultural.

Finalmente, es importante recalcar que el tamaño de muestra reducido y la ausencia de un grupo control limitan la generalización de los resultados. En futuras líneas de investigación se recomienda ampliar la muestra para analizar el efecto de este tipo de intervenciones en otros niveles educativos y en distintos contenidos del currículo de matemáticas. Este estudio con muestras más grandes y alineado con el modelo TPACK potenciaría su impacto en la enseñanza de matemáticas a cualquier nivel académico. Por lo tanto, el uso continuo de herramientas tecnológicas tiene un alto impacto en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avila, G. E. L., & Andrade, C. A. A. (2023). Geogebra como herramienta didáctica para el fortalecimiento del aprendizaje de secciones cónicas en bachillerato. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 5(5), 386-400. https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i5.747

Borba, M. C. (2021). The future of mathematics education since COVID-19: humans-with-media or humans-with-non-living-things. Educational Studies In Mathematics, 108(1-2), 385-400. https://doi.org/10.1007/s10649-021-10043-2

Calvo, M., & Álvarez, R. (2020). El impacto de la contextualización en la enseñanza de funciones en el bachillerato. Revista de Educación Matemática, 32(4), 167-185.

Cobos Yugcha, C., Toro Aguilar, C. & Vera Pisco, D. (2024). Estrategias de enseñanza de las matemáticas para bachillerato general unificado aplicando gamificación. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCalE). https://doi.org/10.56124/refcale.v12i3.006.

Domínguez Gutiérrez, J., & Delgado Castro, C. G. (2022). Causas del rendimiento académico de los estudiantes en Geometría Descriptiva en los últimos cinco años. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCalE), *10*(1), 167–188.

Ely, R. (2020). Teaching calculus with infinitesimals and differentials. ZDM- mathematics education. Article 0123456789. https://doi.org/10.1007/s11858-020-01194-2

Florio, E. (2022). The Parabola: Section of a Cone or Locus of Points of a Plane? Tips for Teaching of Geometry from SomeWritings by Mydorge and Wallis. Mathematics, 10(6). https://doi.org/10.3390/math10060974

García-Lázaro, D., & Martín-Nieto, R. (2023). Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra. Alteridad, 18(1), 85-98. https://doi.org/10.17163/alt.v18n1.2023.07

Genes Díaz, J., Nájera Polo, F., & Monroy Toro, S. (2017). Metodologías activas para la solución de problemas al enseñar matemáticas financieras. Omnia, 23(1), 44-58

Godino, J. D., & Burgos, M. (2020). ¿CÓMO ENSEÑAR LAS MATEMÁTICAS Y CIENCIAS EXPERIMENTALES? RESOLVIENDO EL DILEMA ENTRE TRANSMISIÓN E INDAGACIÓN. PARADIGMA, 80–106. https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2020.p80-106.id872

Gómez Samaniego, M. G. M., Cayambe Guachilema, M. M. D., Bermudez Pacheco, M. M. V., & Nuñez Michuy, M. C. M. (2021). Modelo de estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje de matemática en estudiantes de segundo bachillerato, unidad educativa Vicente Rocafuerte, Ecuador-2020. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(5), 9971-10002. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.1048

Hillmayr D, Ziernwald L, Reinhold F, Hofer SI, Reiss KM. The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: a context-specific meta-analysis. Comput Educ. 2020;153: 103897.

Holguín Rangel, E. G., Holguín García, F. Y., & Holguín García, S. G. (2021). Las brechas e inequidades digitales evidenciadas en tiempos de COVID-19. Retos y perspectivas. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaIE), 85–100. https://doi.org/10.56124/refcale.v9i2.0016

Lavicza, Z. (Writer) (2009). Linking Geometry, Algebra, and Mathematics Teachers: GeoGebra Software and the Establishment of the International GeoGebra Institute [Article], International Journal for Technology in Mathematics Education: Research Information Ltd.

Lugo-Armenta, J. G., & Pino-Fan, L. R. (2022). Razonamiento inferencial de docentes de matemáticas de enseñanza media sobre el estadístico t-Student. Uniciencia, 36(1), 1-29. https://doi.org/10.15359/ru.36-1.25.

Sánchez Hernández, J. J., Cristóbal Imacaña, A. E., & Vera Pisco, D. G. (2024). Aplicación del método Singapur para la enseñanza de la estadística a estudiantes de educación básica superior en la U. E. "José Pedro Varela". Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaIE), 219–240. https://doi.org/10.56124/refcale.v12i3.013

Vidal Fernández, P., & Pinargote Montenegro, K. G. (2019). El impacto de la brecha digital en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la universidad laica eloy alfaro de manabí. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCalE)*, Vol.7, No. 1 (Enero - Abril).

Vidal Fernández, P., & Pinargote Montenegro, K. G. (2019). El impacto de la brecha digital en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaIE), 1–14. http://refcale.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/view/2970

Zambrano-Cedeño, A. A., Intriago-Delgado, Y. M., & Carrión-Cano, H. A. (2024). Recursos digitales para el refuerzo pedagógico en contenidos de la asignatura de física. MQRInvestigar, 8(4), 87-106. https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.4.2024.87-106