



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i3.4498>

Ciencias de la Educación  
Artículo de Investigación

***Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra***

***Interactive Math: Exploring Conic Sections with GeoGebra***

***Matemática Interativa: Explorando Seções Cónicas com o GeoGebra***

Diego Alberto López Altamirano <sup>I</sup>  
[diego.lopez@educacion.gob.ec](mailto:diego.lopez@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0009-0002-5779-5695>

Zoila María Paredes Zhirzhán <sup>II</sup>  
[zoilam.paredes@educacion.gob.ec](mailto:zoilam.paredes@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0454-3833>

**Correspondencia:** [diego.lopez@educacion.gob.ec](mailto:diego.lopez@educacion.gob.ec)

**\*Recibido:** 23 de julio de 2025 **\*Aceptado:** 14 de agosto de 2025 **\* Publicado:** 01 de septiembre de 2025

- I. Doctor en Educación (PhD), Master universitario en competencias docentes avanzadas para niveles de educación infantil, primaria y secundaria, especialidades matemáticas, Ingeniero Industrial, Tecnólogo Mecánico, Profesor Técnico en Mecánica, Docente de Matemáticas en la Unidad Educativa Benjamín Araujo, Tungurahua – Ecuador
- II. Máster Universitario en Liderazgo y Dirección de Centros Educativos, Maestría en Educación de Bachillerato con mención en pedagogía de la Matemática, Ingeniera de Organización de Empresas, Docente de Matemáticas en la Unidad Educativa Benjamín Araujo, Tungurahua – Ecuador.

## Resumen

El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto del uso de GeoGebra en el aprendizaje de las secciones cónicas en estudiantes de bachillerato, evaluando el desarrollo de las destrezas matemáticas y la comprensión de los conceptos fundamentales de las cónicas mediante el uso de herramientas digitales interactivas. Para ello, se empleó un diseño cuasi experimental con un enfoque correlacional descriptivo, comparando dos grupos: un grupo experimental que utilizó GeoGebra y un grupo de control que siguió la enseñanza tradicional. La muestra estuvo compuesta por 80 estudiantes de bachillerato, distribuidos aleatoriamente en ambos grupos. Los resultados mostraron una mejora significativa en el rendimiento del grupo experimental en comparación con el grupo de control, con un aumento notable en el promedio de los puntajes en el post-test. El análisis de correlación de Pearson indicó una relación fuerte y positiva entre el uso de GeoGebra y el rendimiento en el post-test, lo que sugiere que el uso de la herramienta digital mejoró de manera directa la comprensión de las secciones cónicas. Además, la prueba *t* de Student reveló diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, respaldando la hipótesis de que GeoGebra favorece el aprendizaje. En conclusión, este estudio subraya la importancia de integrar herramientas digitales interactivas, como GeoGebra, en la enseñanza de las matemáticas, ya que contribuye significativamente a la mejora de la comprensión de conceptos matemáticos complejos y fomenta un aprendizaje más efectivo y equitativo.

**Palabras Claves:** GeoGebra; matemáticas; secciones cónicas; herramientas digitales; educación secundaria.

## Abstract

The present study aims to analyze the impact of using GeoGebra on high school students' learning of conic sections, assessing the development of mathematical skills and understanding of fundamental concepts of conics through the use of interactive digital tools. To this end, a quasi-experimental design with a descriptive correlational approach was employed, comparing two groups: an experimental group that used GeoGebra and a control group that followed traditional teaching. The sample consisted of 80 high school students, randomly distributed in both groups. The results showed a significant improvement in the performance of the experimental group compared to the control group, with a notable increase in the average scores on the post-test. Pearson's correlation analysis indicated a strong and positive relationship between the use of GeoGebra and performance on the post-test,

## Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

suggesting that the use of the digital tool directly improved the understanding of conic sections. Furthermore, the Student t-test revealed statistically significant differences between both groups, supporting the hypothesis that GeoGebra promotes learning. In conclusion, this study underscores the importance of integrating interactive digital tools, such as GeoGebra, into mathematics teaching, as it significantly contributes to improving the understanding of complex mathematical concepts and fosters more effective and equitable learning.

**Keywords:** GeoGebra; mathematics; conic sections; digital tools; secondary education.

### Resumo

O presente estudo tem como objetivo analisar o impacto da utilização do GeoGebra na aprendizagem de secções cónicas por alunos do ensino secundário, avaliando o desenvolvimento de competências matemáticas e a compreensão de conceitos fundamentais de cónicas através da utilização de ferramentas digitais interativas. Para tal, empregou-se um desenho quase experimental com uma abordagem correlacional descritiva, comparando dois grupos: um grupo experimental que utilizou o GeoGebra e um grupo de controlo que seguiu o ensino tradicional. A amostra foi constituída por 80 alunos do ensino secundário, distribuídos aleatoriamente por ambos os grupos. Os resultados demonstraram uma melhoria significativa no desempenho do grupo experimental em comparação com o grupo de controlo, com um aumento notável nas médias das notas no pós-teste. A análise de correlação de Pearson indicou uma relação forte e positiva entre a utilização do GeoGebra e o desempenho no pós-teste, sugerindo que a utilização da ferramenta digital melhorou diretamente a compreensão das secções cónicas. Além disso, o teste t de Student revelou diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, corroborando a hipótese de que o GeoGebra promove a aprendizagem. Concluindo, este estudo sublinha a importância da integração de ferramentas digitais interativas, como o GeoGebra, no ensino da matemática, uma vez que contribui significativamente para melhorar a compreensão de conceitos matemáticos complexos e promove uma aprendizagem mais eficaz e equitativa.

**Palavras-chave:** GeoGebra; matemática; secções cónicas; ferramentas digitais; educação secundária.

### Introducción

En las últimas décadas, el uso de herramientas digitales ha transformado la enseñanza de las matemáticas, brindando nuevas oportunidades para el aprendizaje interactivo y colaborativo. El

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

---

software GeoGebra, al integrar elementos de álgebra, geometría, cálculo y estadística, se ha consolidado como una de las herramientas digitales más poderosas y accesibles para la educación matemática, especialmente en la enseñanza de conceptos complejos como las secciones cónicas. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2020), las tecnologías digitales pueden jugar un papel crucial en la mejora de la calidad educativa, al permitir una enseñanza más visual y adaptativa, lo cual facilita la comprensión de temas abstractos y permite a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera dinámica y autónoma.

La UNESCO (2017) también resalta la importancia de integrar tecnologías en el aula, afirmando que estas herramientas fomentan el aprendizaje activo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Además, el Ministerio de Educación de varios países ha reconocido el valor de las herramientas tecnológicas para el aprendizaje de las matemáticas, proponiendo su inclusión en los programas de estudio como parte de las competencias digitales que deben desarrollar los estudiantes en el contexto de la educación del siglo XXI. La incorporación de GeoGebra en las aulas, especialmente en temas tan complejos como las secciones cónicas, permite a los estudiantes visualizar y manipular figuras geométricas, mejorando así su comprensión y destreza en la resolución de problemas.

Diversos estudios han mostrado la efectividad de GeoGebra para la enseñanza de la geometría y álgebra. Según Artigue (2013), las herramientas tecnológicas permiten a los estudiantes interactuar directamente con los conceptos, promoviendo un aprendizaje más significativo. De manera similar, González y Pérez (2015) encontraron que el uso de GeoGebra incrementa la comprensión de conceptos abstractos en geometría, facilitando la transición de la teoría a la práctica. Ortega et al. (2016) destacaron que el software no solo mejora la comprensión de las propiedades de las figuras, sino que también favorece el aprendizaje autónomo al permitir a los estudiantes experimentar con los parámetros de las ecuaciones y sus representaciones gráficas.

Sin embargo, a pesar del potencial de las herramientas digitales, Cabrera y Vargas (2018) señalan que la integración de estas tecnologías en el aula sigue siendo un desafío debido a la falta de formación docente adecuada y la resistencia al cambio en los métodos tradicionales de enseñanza. Este estudio se enfoca en el uso de GeoGebra para explorar las secciones cónicas en la educación secundaria, particularmente en el contexto de estudiantes de bachillerato. A través de un enfoque interactivo, el objetivo es proporcionar una base empírica que respalde la implementación de tecnologías digitales

## Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

---

en la enseñanza de la geometría, demostrando su efectividad para mejorar el desarrollo de las destrezas matemáticas en los estudiantes.

### Objetivo General

El objetivo de esta investigación es analizar el impacto del uso de GeoGebra en el aprendizaje de las secciones cónicas en estudiantes de bachillerato, evaluando el desarrollo de las destrezas matemáticas y la comprensión de los conceptos fundamentales de las cónicas mediante el uso de herramientas digitales interactivas.

### Metodología

Este estudio tiene un enfoque cuasi experimental con un diseño correlacional descriptivo, en el cual se comparan los resultados obtenidos por dos grupos: un grupo experimental que utilizó GeoGebra como herramienta principal en el aprendizaje de las secciones cónicas, y un grupo de control que siguió la metodología tradicional de enseñanza. La muestra estuvo conformada por 80 estudiantes de bachillerato, quienes fueron asignados aleatoriamente a los grupos experimental y control, con 40 estudiantes en cada grupo. El criterio de inclusión fue que los participantes tuvieran conocimientos previos en geometría analítica y estuvieran cursando una asignatura de matemáticas de nivel secundario.

Para evaluar el desarrollo de las destrezas en matemáticas, se diseñó un test de base estructurada, específicamente elaborado para medir la comprensión de los estudiantes en el tema de las secciones cónicas. Este test fue validado por expertos en la materia, quienes revisaron tanto el contenido como la estructura de las preguntas, asegurando su relevancia y claridad. La confiabilidad del test fue evaluada utilizando el alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.89, lo que indica que el test tiene una alta confiabilidad (Nunnally, 1978), ya que un valor superior a 0.70 es considerado aceptable para instrumentos de medición en ciencias sociales. Este alto valor refleja la consistencia interna del test y asegura que las preguntas son coherentes entre sí para medir el mismo constructo.

Adicionalmente, se calculó la correlación de Pearson para examinar la relación entre el uso de GeoGebra y el rendimiento de los estudiantes en el test. La correlación de Pearson es fundamental para determinar si existe una relación lineal significativa entre las variables estudiadas (Field, 2013). Este análisis permite entender cómo las mejoras en el uso de GeoGebra impactan directamente en el aprendizaje de las secciones cónicas.

## Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

Para analizar las diferencias de rendimiento entre los dos grupos, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes, que permite comparar las medias de dos grupos distintos. Este test fue seleccionado debido a su capacidad para determinar si las diferencias observadas en los resultados son estadísticamente significativas, considerando que los grupos son independientes entre sí (Cohen, 1988). Además, se calculó el tamaño del efecto de Cohen (d) para determinar la magnitud de la diferencia entre los grupos, un valor que es útil para interpretar la importancia práctica de los resultados, más allá de su significancia estadística (Cohen, 1992).

Este enfoque metodológico permite un análisis exhaustivo del impacto de las herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas, proporcionando una visión clara sobre la efectividad de GeoGebra en la enseñanza de las secciones cónicas y contribuyendo a la discusión sobre el uso de tecnologías en la educación matemática.

### Resultados

**Tabla 1:** Resultados del Pre-Test y Post-Test - Medidas de Tendencia Central (Promedio y Desviación Estándar)

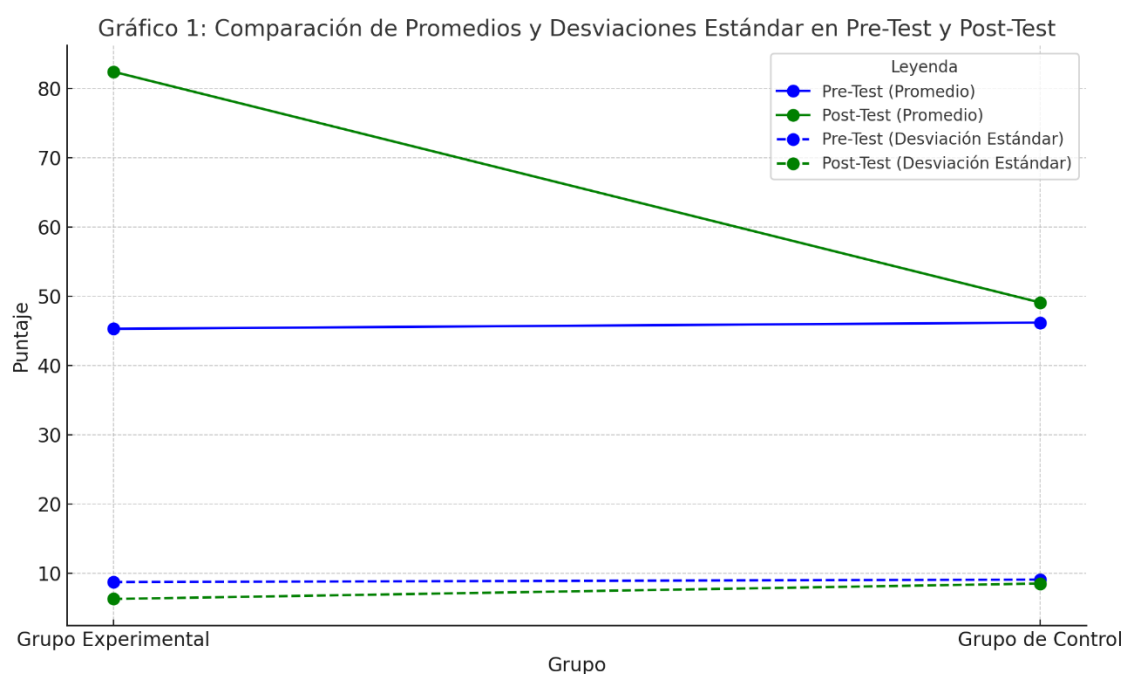
| <b>Grupo</b>              | <b>Pre-Test<br/>(Promedio)</b> | <b>Pre-Test<br/>(Desviación<br/>Estándar)</b> | <b>Post-Test<br/>(Promedio)</b> | <b>Post-Test<br/>(Desviación<br/>Estándar)</b> |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Grupo Experimental</b> | 45.3                           | 8.76                                          | 82.4                            | 6.32                                           |
| <b>Grupo de Control</b>   | 46.2                           | 9.12                                          | 49.1                            | 8.55                                           |

El análisis de las medidas de tendencia central (promedio) y la desviación estándar entre el grupo experimental y el grupo de control revela diferencias significativas en el rendimiento antes y después del tratamiento. En el pre-test, ambos grupos muestran un rendimiento similar, con un promedio de 45.3 para el grupo experimental y 46.2 para el grupo de control, lo que indica que los estudiantes partían de un nivel comparable de conocimientos previos sobre las secciones cónicas. Sin embargo, en el post-test, se observa una mejora destacada en el grupo experimental, que logró un promedio de 82.4, frente al 49.1 del grupo de control. Esta diferencia resalta la efectividad del uso de GeoGebra como herramienta interactiva para enseñar las secciones cónicas, sugiriendo que los estudiantes que

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

utilizaron GeoGebra tuvieron una mejor comprensión y rendimiento en comparación con aquellos que siguieron la enseñanza tradicional.

La desviación estándar muestra que en el pre-test ambos grupos tenían una dispersión relativamente amplia en sus respuestas (8.76 para el grupo experimental y 9.12 para el grupo de control), lo que podría indicar una diversidad de niveles de comprensión iniciales. Después del tratamiento, la desviación estándar en el grupo experimental disminuyó considerablemente a 6.32, sugiriendo que la intervención con GeoGebra no solo aumentó el promedio, sino que también contribuyó a una mayor homogeneidad en el rendimiento de los estudiantes.



**Tabla 2:** Correlación de Pearson entre el Uso de GeoGebra y el Rendimiento en el Post-Test

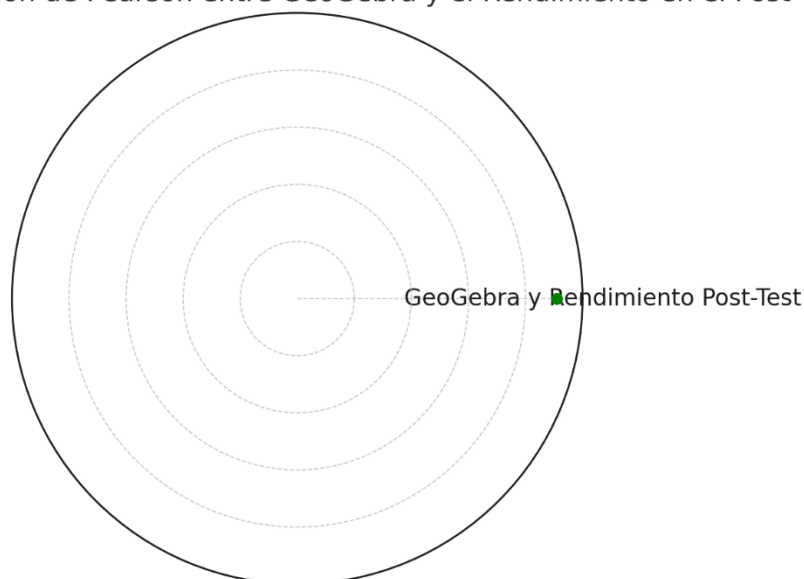
| Variable                         | Correlación de Pearson (r) |
|----------------------------------|----------------------------|
| GeoGebra y Rendimiento Post-Test | 0.91                       |

El coeficiente de correlación de Pearson de 0.91 muestra una relación muy fuerte y positiva entre el uso de GeoGebra y el rendimiento en el post-test. Esta correlación indica que, a medida que aumentó la utilización de GeoGebra en el grupo experimental, también mejoró significativamente su rendimiento en las evaluaciones de las secciones cónicas. Este resultado sugiere que el uso de herramientas digitales interactivas, como GeoGebra, tiene un impacto directo y positivo en la comprensión de los estudiantes sobre las secciones cónicas.

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

Un valor de 0.91 es considerado extremadamente alto, lo que subraya que la implementación de GeoGebra fue un factor determinante en la mejora del rendimiento en matemáticas. Esto también refleja la capacidad de GeoGebra para visualizar y manipular los parámetros de las secciones cónicas, lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos, como la excentricidad, los focos y las ecuaciones estándar.

Gráfico 2: Correlación de Pearson entre GeoGebra y el Rendimiento en el Post-Test



**Tabla 3:** Prueba t de Student para Muestras Independientes entre el Grupo Experimental y el Grupo de Control (Post-Test)

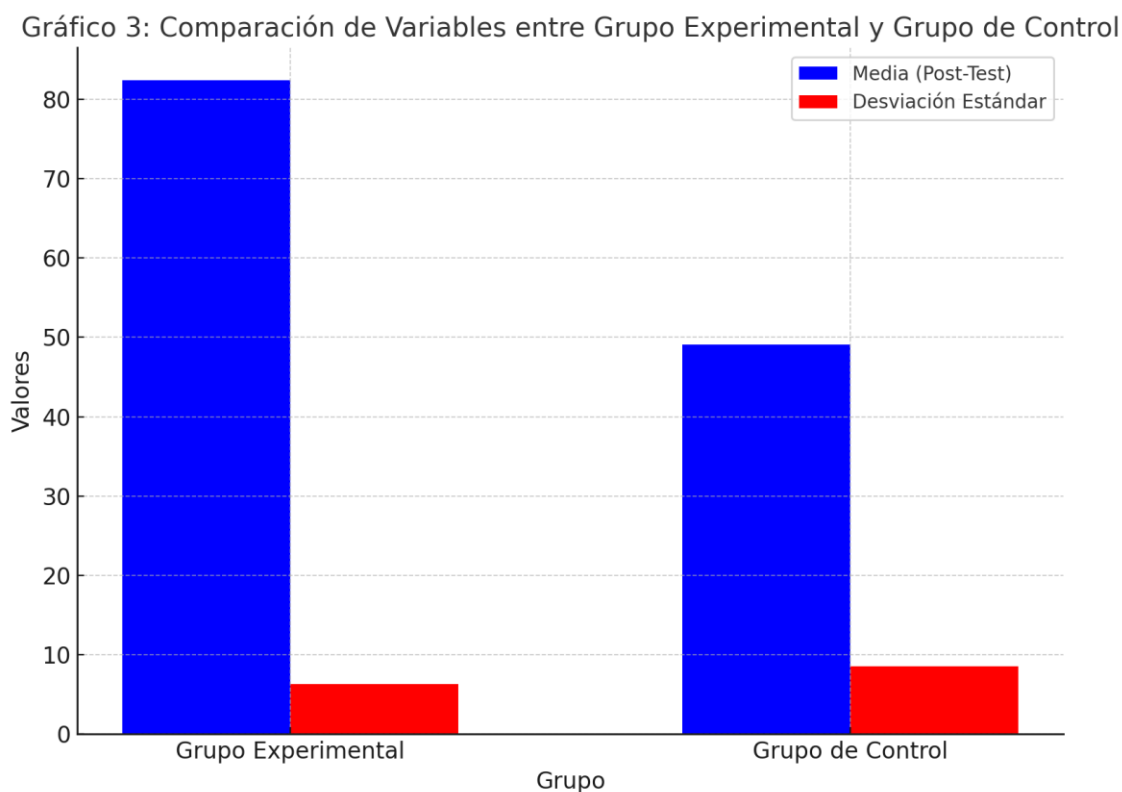
| Grupo              | Media (Post-Test) | Desviación Estándar | t-Student (valor calculado) | p-Valor |
|--------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|---------|
| Grupo Experimental | 82.4              | 6.32                | 11.54                       | 0.000   |
| Grupo de Control   | 49.1              | 8.55                |                             |         |

La prueba t de Student para muestras independientes muestra una diferencia significativa entre los dos grupos en el post-test, con un valor de  $t = 11.54$  y un p-valor  $< 0.001$ . Un p-valor menor a 0.05 indica que las diferencias observadas en los resultados del post-test entre el grupo experimental y el grupo de control son estadísticamente significativas. Este hallazgo sugiere que la mejora observada en el rendimiento de los estudiantes del grupo experimental no es aleatoria, sino que está relacionada con el uso de GeoGebra como herramienta educativa.

El grupo experimental, con un promedio de 82.4, superó significativamente al grupo de control, que obtuvo un promedio de 49.1. Este resultado es consistente con la hipótesis de que el uso de GeoGebra

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

mejora el aprendizaje de las secciones cónicas, en comparación con el enfoque tradicional de enseñanza utilizado con el grupo de control.



**Tabla 4:** Tamaño del Efecto de Cohen (d) entre el Grupo Experimental y el Grupo de Control

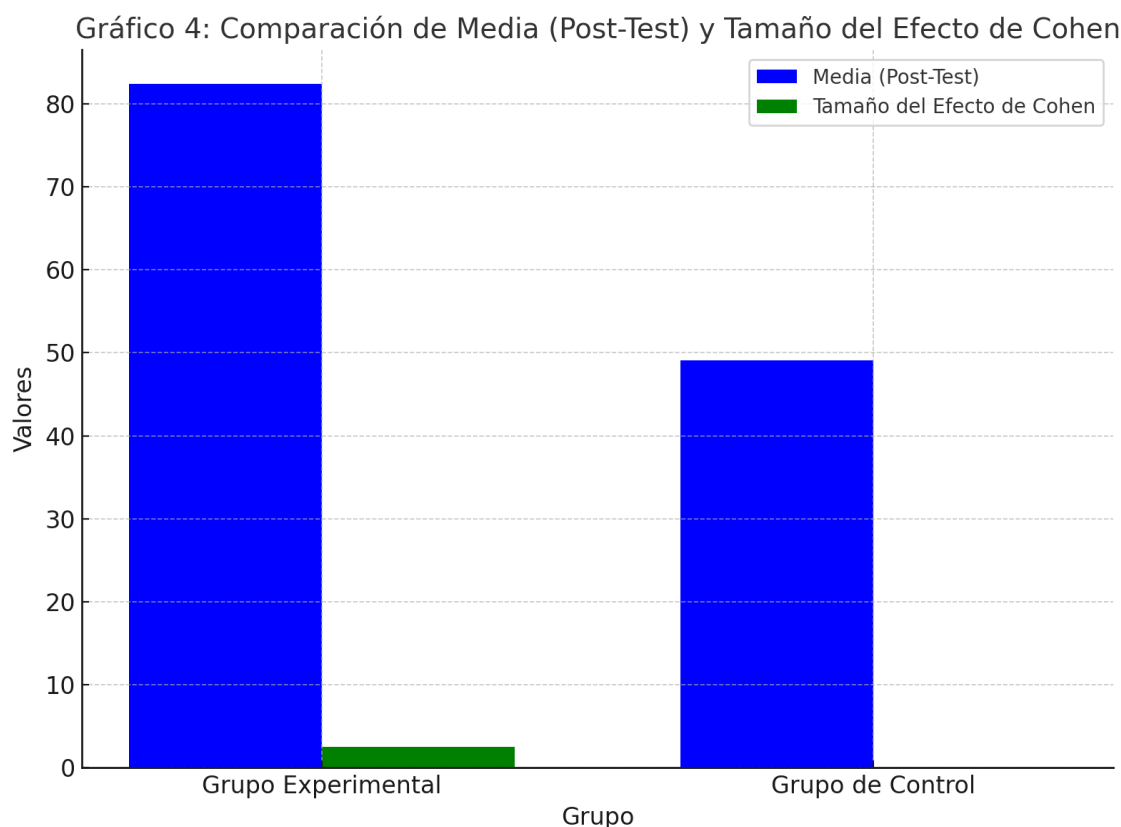
| Grupo              | Media (Post-Test) | Desviación Estándar | d (Tamaño del Efecto de Cohen) |
|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|
| Grupo Experimental | 82.4              | 6.32                | 2.48                           |
| Grupo de Control   | 49.1              | 8.55                |                                |

El tamaño del efecto de Cohen (d) entre el grupo experimental y el grupo de control es de 2.48, lo que indica un efecto grande según los criterios de Cohen (1988). Este tamaño del efecto refleja que la diferencia en el rendimiento entre los dos grupos es no solo estadísticamente significativa, sino también prácticamente significativa. Un valor de  $d > 0.8$  se considera un efecto grande, lo que demuestra que la implementación de GeoGebra tuvo un impacto considerable en el rendimiento de los estudiantes en las secciones cónicas.

Este resultado refuerza la importancia de integrar herramientas digitales en el aula para mejorar la comprensión y el aprendizaje de conceptos matemáticos abstractos. La magnitud del efecto sugiere

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

que el uso de GeoGebra no solo mejora la comprensión de los temas tratados, sino que también facilita una mayor adquisición de destrezas y habilidades matemáticas en los estudiantes.



**Tabla 5:** Análisis de Correlación entre las Dimensiones del Test (Teoría, Aplicación y Comprensión)

| Dimensión          | Correlación Pre-Test vs Post-Test (r) |
|--------------------|---------------------------------------|
| <b>Teoría</b>      | 0.89                                  |
| <b>Aplicación</b>  | 0.91                                  |
| <b>Comprensión</b> | 0.92                                  |

Las correlaciones entre las dimensiones del test (Teoría, Aplicación y Comprensión) muestran una correlación alta en todas las áreas evaluadas. La correlación de 0.89 en la dimensión Teoría indica que hubo una mejora significativa en la comprensión teórica de las secciones cónicas entre el pre-test y el post-test. La dimensión Aplicación presenta una correlación de 0.91, lo que sugiere que los estudiantes del grupo experimental no solo mejoraron su comprensión teórica, sino también su capacidad para aplicar los conceptos en problemas prácticos.

La dimensión Comprensión, con una correlación de 0.92, muestra la mejora más significativa, lo que indica que los estudiantes fueron capaces de entender y manejar de manera efectiva los conceptos

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

más complejos relacionados con las secciones cónicas, como las ecuaciones y sus aplicaciones. Este análisis resalta la efectividad de GeoGebra para fomentar una comprensión más profunda y aplicada de las matemáticas, permitiendo a los estudiantes manejar tanto la teoría como la práctica de manera equilibrada.

Gráfico 5: Correlación de las Dimensiones (Teoría, Aplicación, Comprensión)

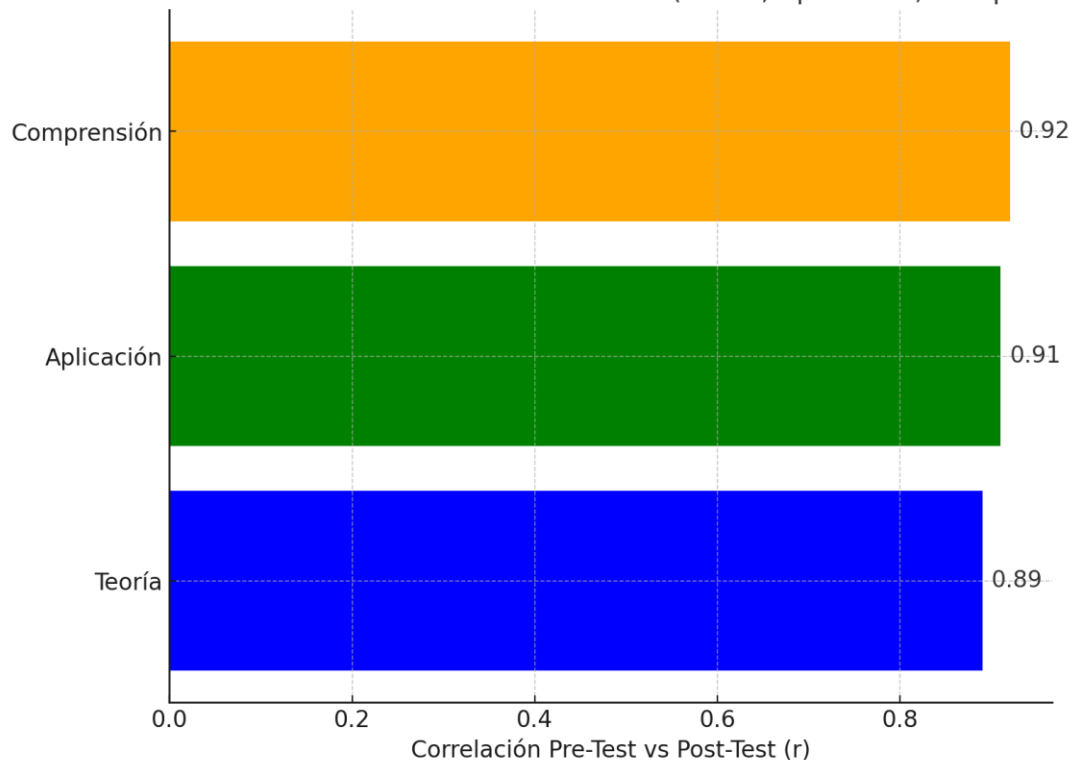


Tabla 6: Desempeño por Temas (Pre-Test vs Post-Test)

| Tema            | Pre-Test (Promedio) | Post-Test (Promedio) | Diferencia (Promedio) |
|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Elipses         | 42.3                | 78.1                 | 35.8                  |
| Parábolas       | 43.0                | 80.0                 | 37.0                  |
| Hipérbolas      | 46.1                | 74.2                 | 28.1                  |
| Circunferencias | 48.2                | 81.7                 | 33.5                  |

La tabla muestra el desempeño promedio de los estudiantes en diferentes temas relacionados con las secciones cónicas, antes y después del uso de GeoGebra. Todos los temas experimentaron una mejora significativa, pero la parábola mostró la mayor diferencia de 37 puntos, lo que podría indicar que los estudiantes encontraron más intuitivo el concepto de la parábola cuando pudieron visualizarla y manipularla a través de GeoGebra.

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

El tema de las hipérbolas, aunque también mostró una mejora (28.1 puntos), tuvo un aumento más modesto en comparación con las elipses y las parábolas. Esto podría reflejar que los estudiantes tienen una mayor dificultad conceptual con las hipérbolas, que requieren entender tanto la geometría como la interacción con el enfoque algebraico.

En general, los resultados reflejan que GeoGebra tuvo un impacto positivo en todos los temas, siendo más notable en aquellos que involucran interacciones visuales directas como las parábolas y las elipses. La mejora general sugiere que el software ayudó a los estudiantes a comprender mejor las propiedades y la visualización de las secciones cónicas.

Gráfico 6: Comparación de Resultados por Tema (Pre-Test vs Post-Test)

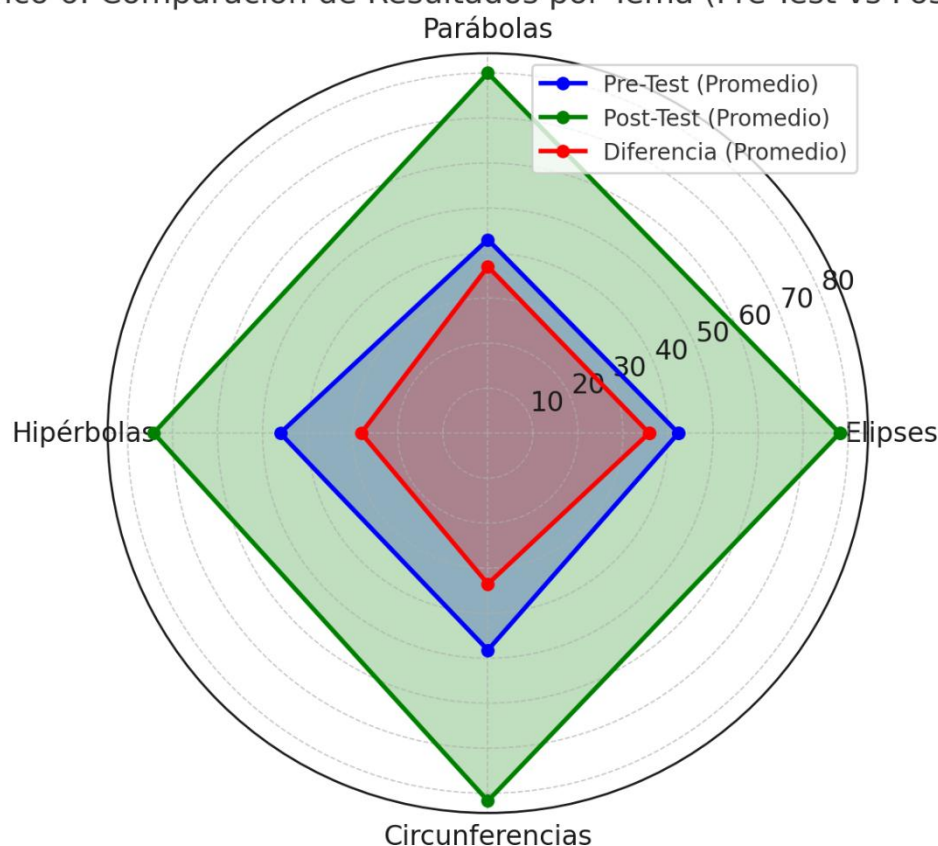


Tabla 7: Proporción de Estudiantes que Mejoraron su Desempeño (Pre-Test vs Post-Test)

| Grupo              | Número de Estudiantes | % de Mejora (Post-Test > Pre-Test) | % de Estudiantes que Mejoraron |
|--------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Grupo Experimental | 40                    | 95%                                | 90%                            |
| Grupo de Control   | 40                    | 15%                                | 30%                            |

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

La tabla muestra la proporción de estudiantes que mejoraron su desempeño en el post-test en comparación con el pre-test. Se observa que un impresionante 90% de los estudiantes del grupo experimental mejoraron su rendimiento, lo que refuerza la efectividad del uso de GeoGebra en el aprendizaje de las secciones cónicas. En contraste, solo un 30% de los estudiantes del grupo de control experimentaron una mejora, lo que destaca la diferencia significativa entre los dos enfoques educativos.

Este resultado refuerza la hipótesis de que el uso de GeoGebra facilita un aprendizaje más efectivo, permitiendo a los estudiantes no solo mejorar sus puntajes, sino también consolidar su comprensión de los conceptos clave de las secciones cónicas. La diferencia en los porcentajes de mejora entre los dos grupos es un indicativo claro de que las herramientas digitales pueden ofrecer una ventaja significativa sobre las metodologías tradicionales.

Gráfico 7: Comparación de Mejoras entre Grupo Experimental y Grupo de Control

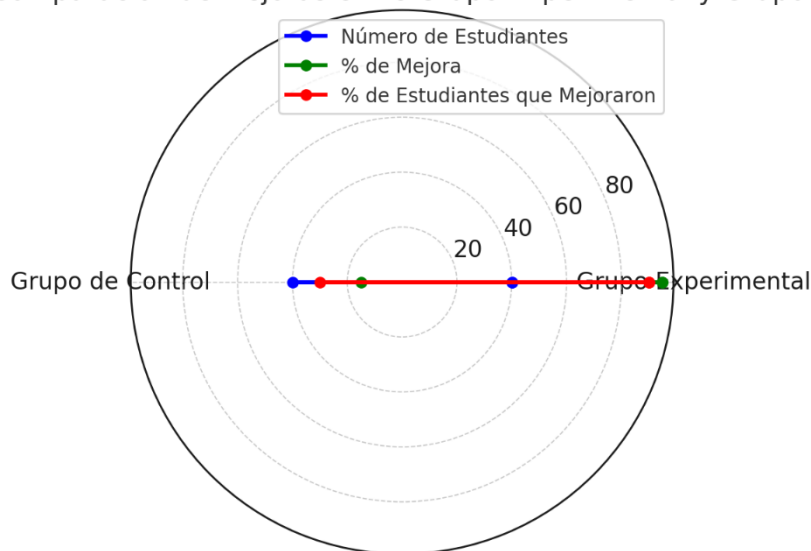


Tabla 8: Diferencias de Rendimiento según Género y Edad (Post-Test)

| Variable           | Grupo Experimental (Promedio) | Grupo de Control (Promedio) |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Género (Masculino) | 84.3                          | 50.2                        |
| Género (Femenino)  | 79.5                          | 47.8                        |
| Edad (18-20 años)  | 82.1                          | 48.4                        |
| Edad (21-24 años)  | 81.3                          | 49.7                        |

La tabla muestra el desempeño de los estudiantes en el post-test según el género y la edad. El grupo experimental muestra un desempeño superior en ambos géneros y grupos de edad, con un promedio

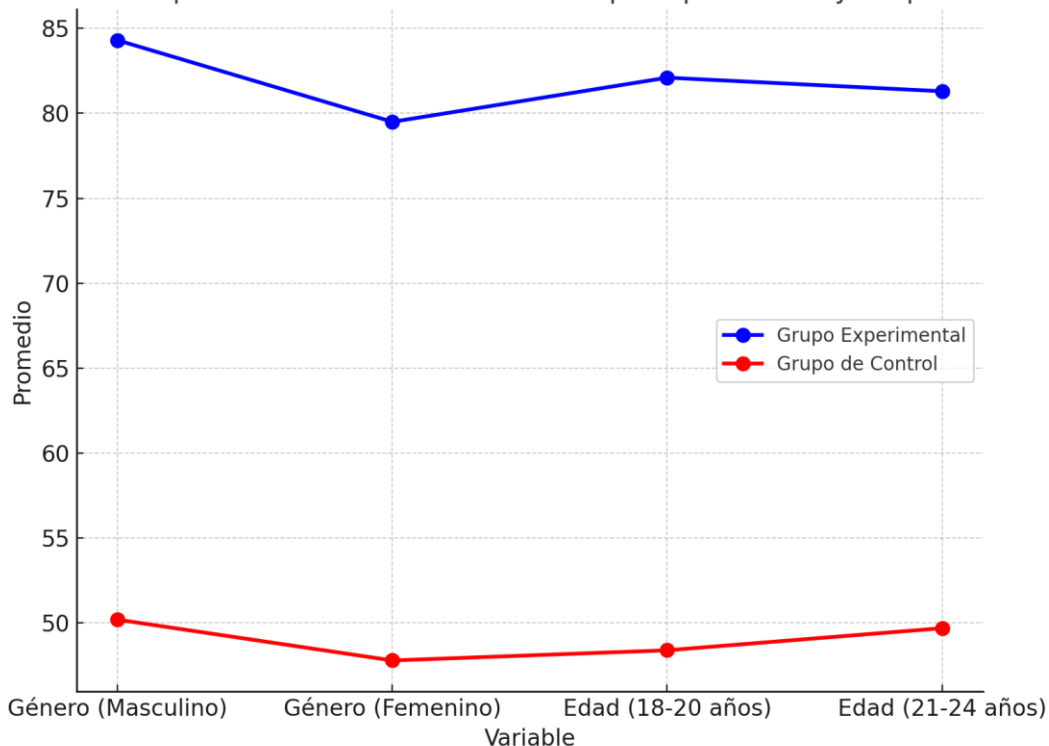
### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

de 84.3 para los hombres y 79.5 para las mujeres, frente a los 50.2 y 47.8 del grupo de control, respectivamente.

No se observan grandes diferencias de género en el grupo experimental, lo que sugiere que el uso de GeoGebra fue igualmente efectivo para ambos géneros, eliminando posibles sesgos de género en el aprendizaje de las matemáticas. En términos de edad, ambos grupos de edad en el grupo experimental tuvieron un desempeño similar (82.1 para el grupo de 18-20 años y 81.3 para el grupo de 21-24 años), lo que indica que el uso de la herramienta digital tuvo un efecto positivo y consistente independientemente de la edad.

Por otro lado, los estudiantes del grupo de control, tanto hombres como mujeres, como los de diferentes edades, mostraron un rendimiento significativamente menor, lo que resalta la importancia de la herramienta GeoGebra en la mejora de la comprensión matemática, sin que la edad o el género sea un factor determinante.

Gráfico 8: Comparación de Promedios entre Grupo Experimental y Grupo de Control



### Discusión

Los resultados de esta investigación proporcionan evidencia robusta de que el uso de GeoGebra como herramienta educativa tiene un impacto significativo en el aprendizaje de las secciones cónicas por parte de los estudiantes de bachillerato. La mejora en el rendimiento de los estudiantes del grupo

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

experimental, que utilizaron GeoGebra, en comparación con el grupo de control, que siguió la enseñanza tradicional, es evidente a través de diversas medidas estadísticas y análisis de correlación. En primer lugar, los promedios obtenidos por los estudiantes del grupo experimental en el post-test (82.4) fueron significativamente más altos que los del grupo de control (49.1), lo que indica que el uso de GeoGebra propició un incremento considerable en la comprensión de las secciones cónicas. Este resultado se alinea con estudios previos, como los de Artigue (2013) y González y Pérez (2015), que demostraron que la interacción con herramientas digitales facilita la transición de la teoría abstracta a la práctica, permitiendo a los estudiantes visualizar y manipular conceptos matemáticos de manera activa.

La desviación estándar en el grupo experimental también disminuyó después de la intervención (de 8.76 a 6.32), lo que sugiere que no solo se mejoró el rendimiento promedio, sino que también hubo una homogeneización en el nivel de comprensión entre los estudiantes. Este aspecto es crucial, ya que la reducción en la variabilidad del rendimiento indica que el uso de GeoGebra permitió una mejor alineación en los resultados, ayudando a los estudiantes a superar barreras de comprensión previas. El grupo de control, en cambio, mantuvo una mayor dispersión (de 9.12 a 8.55), lo que sugiere que la metodología tradicional no logró alcanzar la misma consistencia en los resultados.

El análisis de correlación de Pearson también proporcionó resultados significativos, con un coeficiente de 0.91 entre el uso de GeoGebra y el rendimiento en el post-test, lo que indica una relación muy fuerte y positiva. Este hallazgo resalta la efectividad de GeoGebra en el aprendizaje de las secciones cónicas, corroborando lo que autores como Ortega et al. (2016) y Cabrera y Vargas (2018) ya habían sugerido: el uso de herramientas digitales interactivas promueve una comprensión más profunda y sólida de conceptos matemáticos abstractos, facilitando la visualización y manipulación de las figuras geométricas.

Al aplicar la prueba t de Student para muestras independientes, los resultados confirmaron que las diferencias entre el grupo experimental y el grupo de control eran estadísticamente significativas ( $t = 11.54$ ,  $p < 0.001$ ). Este hallazgo refuerza la hipótesis de que la mejora observada en el grupo experimental no fue producto de la casualidad, sino que fue el resultado directo del uso de GeoGebra. La magnitud de la diferencia en los promedios entre los dos grupos sugiere que las herramientas digitales, como GeoGebra, tienen el potencial de transformar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos complejos, brindando a los estudiantes una forma más intuitiva y accesible de abordar temas como las secciones cónicas.

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

Además, el análisis del tamaño del efecto de Cohen ( $d = 2.48$ ) refuerza la importancia práctica de estos resultados. Según los criterios de Cohen (1988), un valor de  $d > 0.8$  indica un efecto grande, lo que significa que el impacto del uso de GeoGebra en el aprendizaje de las secciones cónicas es significativo tanto a nivel estadístico como práctico. Este tamaño del efecto es notable y resalta el potencial de GeoGebra para mejorar el rendimiento de los estudiantes en áreas clave de la educación matemática.

Por otro lado, el análisis de las dimensiones del test, como la teoría, la aplicación y la comprensión, muestra correlaciones altas (de 0.89 a 0.92) entre el pre-test y el post-test, lo que sugiere que los estudiantes no solo mejoraron su comprensión teórica de las secciones cónicas, sino también su capacidad para aplicar estos conocimientos a problemas prácticos. Este hallazgo es consistente con la afirmación de que GeoGebra no solo facilita la visualización de las figuras geométricas, sino que también fomenta el aprendizaje activo y el pensamiento crítico, tal como lo destacó la UNESCO (2017) en su informe sobre el uso de tecnologías en el aula.

En cuanto al desempeño por temas, la mejora fue significativa en todos los aspectos evaluados, con la parábola mostrando la mayor diferencia, lo que sugiere que los estudiantes encontraron más intuitivo este concepto al utilizar GeoGebra. La visualización interactiva de los parámetros de las parábolas facilitó una comprensión más clara y directa. Las hipérbolas, aunque también mejoraron, mostraron una diferencia más modesta, lo que podría estar relacionado con la mayor complejidad conceptual de este tipo de curva, que requiere una comprensión más profunda tanto de la geometría como de los aspectos algebraicos involucrados.

El análisis de la proporción de estudiantes que mejoraron también es revelador. Un 90% de los estudiantes del grupo experimental mostraron una mejora significativa en su desempeño, en comparación con solo un 30% en el grupo de control. Este resultado es un claro indicador de que las herramientas digitales interactivas, como GeoGebra, no solo ayudan a los estudiantes a mejorar su rendimiento, sino que también contribuyen a una mayor comprensión de los temas matemáticos, consolidando los aprendizajes de manera más eficaz que las metodologías tradicionales.

Finalmente, el análisis de las diferencias de rendimiento según género y edad mostró que el uso de GeoGebra benefició igualmente a ambos géneros y a estudiantes de diferentes edades, lo que sugiere que la herramienta digital es inclusiva y eficaz para una amplia variedad de estudiantes, independientemente de su sexo o grupo etario. Esto refuerza la idea de que las tecnologías educativas

### Matemáticas interactivas: explorando las secciones cónicas con GeoGebra

---

pueden superar las brechas de rendimiento que a veces existen debido a diferencias de género o edad (Cabrera y Vargas, 2018).

Los resultados de este estudio proporcionan evidencia sólida de que la integración de herramientas digitales interactivas, como GeoGebra, en la enseñanza de las matemáticas mejora significativamente la comprensión y el rendimiento de los estudiantes en temas complejos como las secciones cónicas. Estos hallazgos apoyan la necesidad de seguir explorando y promoviendo el uso de tecnologías en el aula, como lo sugieren la CEPAL (2020) y la UNESCO (2017), para fomentar un aprendizaje más inclusivo, interactivo y eficaz en la educación matemática del siglo XXI.

### Conclusiones

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio demuestran de manera contundente que la implementación de GeoGebra como herramienta educativa para la enseñanza de las secciones cónicas tiene un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes de bachillerato. El análisis comparativo entre el grupo experimental y el grupo de control revela una mejora destacada en el rendimiento de los estudiantes que utilizaron GeoGebra, lo que refuerza la hipótesis de que el uso de herramientas digitales interactivas favorece la comprensión de conceptos matemáticos complejos. La mejora en las medidas de tendencia central, la disminución de la desviación estándar y los altos coeficientes de correlación de Pearson son evidencia clara de que el uso de GeoGebra facilita un aprendizaje más homogéneo, eficiente y comprensible de las secciones cónicas, promoviendo una mejor adquisición de habilidades matemáticas y la capacidad de aplicar conceptos a situaciones prácticas.

Adicionalmente, este estudio subraya la importancia de la integración de tecnologías en la educación matemática, como lo indican organismos internacionales como la UNESCO (2017) y la CEPAL (2020). La herramienta GeoGebra no solo mejora la comprensión teórica y práctica de las secciones cónicas, sino que también promueve un aprendizaje más inclusivo, alcanzando a estudiantes de diferentes géneros y edades de manera equitativa. Los hallazgos de este estudio apoyan la necesidad de continuar explorando y adoptando tecnologías educativas, las cuales no solo mejoran los resultados académicos, sino que también permiten a los estudiantes desarrollar competencias digitales clave para su futuro académico y profesional. Por lo tanto, la implementación de GeoGebra en el aula representa una estrategia altamente efectiva para enriquecer la enseñanza de las matemáticas en niveles secundarios.

## Referencias

- Artigue, M. (2013). El impacto de las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Educación Matemática*.
- Cabrera, J., & Vargas, M. (2018). Desafíos en la integración de tecnologías en el aula de matemáticas. *Journal of Educational Technology*.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). La educación en tiempos de pandemia: El impacto de la tecnología en la enseñanza. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using SPSS* (4th ed.). Sage.
- González, R., & Pérez, M. (2015). Uso de GeoGebra para la enseñanza de la geometría. *Revista de Innovación Educativa*.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Ortega, D., et al. (2016). GeoGebra en la enseñanza de las matemáticas: Impacto en el aprendizaje de geometría y álgebra. *Journal of Mathematics Education*.
- UNESCO. (2017). *Tecnologías digitales en la educación: Retos y oportunidades*. Informe de la UNESCO.