



ID del documento: SiE-Vol.2.N.6.001.2025

**Tipo de artículo: Investigación**

## **Programa de formación docente sobre el uso de GeoGebra para la enseñanza de las derivadas de funciones algebraicas**

*Teacher training program on the use of GeoGebra for teaching derivatives of algebraic functions*

**Autores:**

**Ramiro Fabian Benavides Torres<sup>1</sup>, Marcos Alexander Villegas Pibaque<sup>2</sup>, Gonzalo Rafael Naranjo Vintimilla<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, [ramiro.benavidesto@ug.edu.ec](mailto:ramiro.benavidesto@ug.edu.ec),  
<https://orcid.org/0009-0009-7465-6305>

<sup>2</sup>Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, [marcosvillegaspi@ug.edu.ec](mailto:marcosvillegaspi@ug.edu.ec),  
<https://orcid.org/0009-0005-3436-806X>

<sup>3</sup>Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, [gonzalo.naranjov@ug.edu.ec](mailto:gonzalo.naranjov@ug.edu.ec),  
<https://orcid.org/0000-0002-2242-888X>

**Corresponding Author:** Rosana Fátima Álvarez Franco, [rosanalvarezf-1966@hotmail.com](mailto:rosanalvarezf-1966@hotmail.com)

**Reception:** 01-April-2025

**Acceptance:** 02-May-2025

**Published:** 05-June-2025

### **How to cite this article:**

Benavides Torres, R. F., Villegas Pibaque, M. A., & Naranjo Vintimilla, G. R. (2025). Programa de formación docente sobre el uso de GeoGebra para la enseñanza de las derivadas de funciones algebraicas. Sapiens in Education, 2(6), e-20601.  
<https://doi.org/10.71068/rnvr646>



## Resumen

La presente investigación surge ante la necesidad de fortalecer las competencias pedagógicas de los docentes en la enseñanza de las derivadas de funciones algebraicas, promoviendo la integración de tecnologías educativas, en particular el uso de GeoGebra. El propósito central fue diseñar y evaluar un programa de formación orientado a capacitar a los docentes en el manejo didáctico de esta herramienta digital. Para alcanzar este objetivo, se empleó una metodología de diseño preexperimental con enfoque mixto, que combinó técnicas cuantitativas y cualitativas mediante la aplicación de encuestas y observaciones en el aula a docentes y estudiantes de la Unidad Educativa Fiscal José Martínez Queirolo. Los hallazgos evidenciaron que la implementación del programa de formación contribuyó de manera significativa al desarrollo de las competencias pedagógicas docentes, lo que se reflejó en una mejora del rendimiento académico y en una mayor participación activa de los estudiantes. Asimismo, los docentes expresaron una actitud más favorable hacia la integración de tecnologías en su práctica, mostrando un cambio positivo en sus percepciones sobre el uso de GeoGebra. En síntesis, la investigación destaca la relevancia de la capacitación docente en herramientas tecnológicas innovadoras, ya que esto no solo optimiza la labor pedagógica, sino que también potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas, aportando al objetivo de elevar la calidad educativa.

**Palabras clave:** formación docente; GeoGebra; derivadas; innovación educativa; competencias pedagógicas.

## Abstract

This research arises from the need to strengthen the pedagogical skills of teachers in the teaching of derivatives of algebraic functions, promoting the integration of educational technologies, in particular the use of GeoGebra. The main purpose was to design and evaluate a training program oriented to train teachers in the didactic management of this digital tool. To achieve this objective, a pre-experimental design methodology with a mixed approach was used, combining quantitative and qualitative techniques through the application of surveys and classroom observations to teachers and students of the Unidad Educativa Fiscal José Martínez Queirolo. The findings showed that the implementation of the training program contributed significantly to the development of teachers' pedagogical competencies, which was reflected in improved academic performance and greater active participation of students. Likewise, teachers expressed a more favorable attitude towards the integration of technologies in their practice, showing a positive change in their perceptions about the use of GeoGebra. In summary, the research highlights the relevance of teacher training in innovative technological tools, since this not only optimizes the pedagogical work, but also enhances the teaching-learning process in mathematics, contributing to the objective of raising the quality of education.

**Keywords:** teacher training; GeoGebra; derivatives; educational innovation; pedagogical competencies.



## 1. INTRODUCCIÓN

En el contexto educativo la enseñanza de las matemáticas enfrenta importantes desafíos, especialmente en lo que respecta al aprendizaje de conceptos complejos como las derivadas de funciones algebraicas; según el estudio realizado por Galarza et al. (2021) titulado “GeoGebra para mejorar el aprendizaje de matemática en estudiantes de primero de bachillerato, del Distrito 09D06 de Guayaquil” se ha evidenciado que los estudiantes de primero de bachillerato presentan un bajo nivel inicial en el aprendizaje matemático, situación que limita significativamente su desempeño académico y su motivación hacia esta asignatura, frente a esta problemática, la incorporación de herramientas tecnológicas como GeoGebra emerge como una alternativa prometedora para mejorar el proceso educativo.

A nivel mundial, GeoGebra se ha consolidado como una herramienta tecnológica ampliamente utilizada en la educación matemática, destacándose por su efectividad en la enseñanza y aprendizaje de diversos conceptos matemáticos. En un estudio bibliométrico realizado entre 2007 y 2023, basado en 340 artículos científicos indexados en SCOPUS, se identificaron tres grandes áreas temáticas relacionadas con el uso de GeoGebra, la primera está enfocada en su aplicación como herramienta interactiva para el aprendizaje de geometría; la segunda orientada a su integración en la enseñanza matemática y formación docente, y la tercera relacionada con el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y comprensión conceptual por parte del alumnado (Bakri et al., 2025).

Del mismo modo, otras investigaciones han confirmado que GeoGebra mejora significativamente el rendimiento académico y las habilidades matemáticas de los estudiantes, por ejemplo, estudios realizados en Sudáfrica mostraron que esta herramienta tuvo un impacto positivo estadísticamente significativo en las habilidades para resolver problemas relacionados con geometría circular (Iwani et al., 2023). Asimismo, investigaciones llevadas a cabo en Ghana revelaron que los estudiantes universitarios que utilizaron GeoGebra obtuvieron mejores resultados académicos en comparación con aquellos que recibieron instrucción convencional (Owusu et al., 2023).

No obstante, pese a los beneficios reportados globalmente, existen desafíos importantes para la implementación efectiva de GeoGebra, entre ellos destacan la falta de capacitación docente adecuada, limitaciones tecnológicas en las instituciones educativas y dificultades relacionadas con la planificación del tiempo y gestión del aula (Mollakuqe, 2024). En efecto, evaluaciones recientes señalan que los docentes guayaquileños reciben poca formación específica sobre técnicas pedagógicas modernas y manejo de herramientas digitales avanzadas, lo cual afecta negativamente su motivación y desempeño profesional; adicionalmente, se presentan dificultades para gestionar grupos numerosos de estudiantes debido a limitaciones materiales e infraestructurales en diversas zonas urbanas del cantón (Jarrin y Axtell, 2019). Por consiguiente, López et al. (2025) establece que resulta imprescindible desarrollar programas integrales de formación docente que contemplen tanto el dominio técnico-pedagógico del software GeoGebra como estrategias efectivas para enfrentar estos desafíos contextuales.

En Ecuador, estudios similares han explorado el uso de GeoGebra en la enseñanza de matemáticas, por ejemplo, una investigación realizada en la Unidad Educativa Fiscal 24 de Mayo en Quito se centró en identificar los factores asociados al uso de GeoGebra por parte



de los docentes de matemáticas en el bachillerato. Este estudio utilizó un enfoque cuantitativo y estadística descriptiva para analizar los resultados de una encuesta aplicada a 96 estudiantes de tercer año de bachillerato, lo que reveló un escaso uso de recursos como GeoGebra en el aprendizaje de cálculo diferencial. Los resultados destacaron la necesidad de mejorar la didáctica del uso de GeoGebra para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en esta área (Barragán, 2024).

Otro estudio, llevado a cabo en la Unidad Educativa Kennedy en Cuenca, evaluó el nivel de conocimiento docente sobre el uso de GeoGebra como herramienta didáctica para fortalecer las habilidades matemáticas en estudiantes de Educación Básica. La investigación no experimental utilizó observaciones y encuestas como técnica de recolección de datos, con una población de estudio que incluyó a 28 docentes de Educación General Básica y 4 docentes del área de matemática. Los resultados mostraron que es necesario organizar talleres de formación para profesores sobre cómo utilizar GeoGebra de manera efectiva, lo que podría mejorar significativamente la enseñanza de las matemáticas en este nivel educativo (Sarmiento y Moscoso, 2023).

En la Unidad Educativa Fiscal José Martínez Queirolo, en el abordaje de conceptos complejos como las derivadas de funciones algebraicas se observa una problemática marcada por dos factores interrelacionados, el bajo rendimiento académico de los estudiantes en temas de cálculo diferencial y la limitada competencia docente en el uso pedagógico de GeoGebra ya que a pesar de los esfuerzos por mejorar la calidad educativa, los docentes de matemáticas suelen recurrir a métodos tradicionales que limitan la comprensión conceptual y el interés de los estudiantes hacia esta área del conocimiento lo cual evidencia una necesidad urgente de implementar estrategias pedagógicas innovadoras que respondan a las demandas actuales de una educación más interactiva y tecnológica.

En este contexto, surge la pregunta: ¿Cómo influye un programa de formación docente basado en GeoGebra en el desarrollo de competencias pedagógicas para la enseñanza de derivadas de funciones algebraicas y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes de tercero de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal José Martínez Queirolo?

Esta interrogante busca abordar una problemática central, la limitada capacitación docente en el uso efectivo de tecnologías educativas y su impacto en el aprendizaje matemático. GeoGebra, reconocido por su capacidad para combinar álgebra, geometría y cálculo en un entorno dinámico e interactivo, representa una oportunidad para transformar la práctica pedagógica tradicional, sin embargo, su implementación requiere no solo conocimientos técnicos, sino también habilidades didácticas que permitan adaptar esta herramienta a las necesidades específicas del aula, por ello, es fundamental diseñar y evaluar un programa de formación docente que capacite a los profesores en el uso pedagógico de GeoGebra, con el propósito de mejorar tanto sus competencias profesionales como los resultados académicos de los estudiantes.

En este marco, la investigación propuesta busca diseñar y evaluar el efecto de un programa de formación docente orientado en el uso de GeoGebra como herramienta pedagógica innovadora para la enseñanza de las derivadas de funciones algebraicas en la Unidad Educativa Fiscal José Martínez Queirolo. Este objetivo reviste gran importancia en el campo



de la investigación educativa, dado que su implementación contribuirá tanto al perfeccionamiento de la práctica docente como al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas, alineándose con las exigencias contemporáneas de una educación de calidad que integre recursos tecnológicos.

## 2. DESARROLLO

En este estudio se adoptó un diseño preexperimental con un enfoque metodológico mixto, que combinó técnicas cuantitativas y cualitativas para evaluar el programa de formación docente sobre el uso de GeoGebra en la enseñanza de las derivadas de funciones algebraicas y su metodología se basó en investigaciones anteriores sobre la integración de tecnologías digitales en la educación, como los estudios realizados por Creswell y Plano Clark (2017), quienes destacan la eficacia de los enfoques mixtos para la evaluación educativa.

La población de estudio estuvo conformada por 21 estudiantes de tercero de bachillerato y un grupo de 3 docentes del mismo nivel, pertenecientes a la Unidad Educativa Fiscal José Martínez Queirolo, quienes recibieron capacitación en el uso de GeoGebra, basándose en una estructura pedagógica diseñada específicamente para la enseñanza de derivadas, inspirada en los trabajos de Bilousova et al. (2023), se crearon módulos de aprendizaje que combinaron explicaciones teóricas con el uso práctico de GeoGebra, permitiendo a los docentes explorar problemas reales y simulaciones gráficas.

En este estudio, se trabajó con dos variables principales para el diseño y la evaluación del programa de formación docente sobre el uso de GeoGebra. La variable independiente corresponde al programa de formación docente, que se centró en capacitar a los profesores en el manejo técnico y pedagógico de GeoGebra como herramienta para la enseñanza de las derivadas de funciones algebraicas. Este programa incluyó módulos teóricos y prácticos que permitieron a los docentes adquirir competencias digitales y didácticas necesarias para implementar GeoGebra en sus clases. Por otro lado, las variables dependientes fueron el bajo rendimiento académico de los estudiantes y el escaso conocimiento de los docentes sobre la aplicación de GeoGebra.

El rendimiento académico fue evaluado mediante pruebas específicas diseñadas para medir la comprensión conceptual y procedimental de las derivadas por parte de los estudiantes, mientras que el conocimiento docente fue analizado a través de encuestas y observaciones, enfocándose en su capacidad para integrar GeoGebra en su práctica pedagógica. Estas variables fueron monitoreadas antes y después de la intervención para determinar el impacto del programa en ambos aspectos.

El análisis de los datos cuantitativos se realizó mediante técnicas estadísticas descriptivas, con el objetivo de detectar cambios significativos en las competencias pedagógicas de los docentes antes y después de la intervención, por otro lado, los datos cualitativos fueron examinados utilizando la técnica de análisis de contenido, categorizando las respuestas de los docentes según su percepción sobre el uso de GeoGebra en la enseñanza de las derivadas.



En la recolección de datos, se utilizó encuestas que permitió evaluar la percepción de los docentes sobre su competencia digital y su capacidad para enseñar conceptos de derivadas; este enfoque cualitativo se fundamenta en los lineamientos metodológicos propuestos por Gustafsson (2022), quien destaca la importancia de complementar los datos numéricos con información contextualizada proporcionada por los participantes. La combinación de estos métodos aseguro la credibilidad del estudio, ya que tanto los procedimientos como las herramientas utilizadas fueron descritas exhaustivamente.

La investigación incluyó un total de 21 observaciones válidas, lo que permitió efectuar una comparación directa entre los datos. Para asegurar la fiabilidad del cuestionario utilizado, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, alcanzando un valor de 0.695, lo que indica un nivel de confiabilidad aceptable, especialmente en estudios exploratorios o en etapas iniciales de validación de instrumentos, aunque este valor es ligeramente inferior al umbral recomendado de 0.70, se considera adecuado para investigaciones preliminares o cuando el número de ítems es reducido, sugiriendo que el cuestionario es suficientemente fiable para los propósitos del estudio (George y Mallery, 2019; Taber, 2018).

La Tabla 1 presenta la distribución de frecuencias de los puntajes obtenidos en una prueba pretest aplicada a 21 participantes, lo cual constituye información fundamental para establecer el nivel inicial de conocimientos o habilidades antes de implementar una intervención educativa. Al analizar la distribución de puntajes de la prueba pretest, se evidencia una mayor concentración en el puntaje de 3 con el 33.33% de los participantes, mientras que los puntajes inferiores de 1 y 2 acumulan un 38.10% y los de 4 y 5 constituyen el 28.57% restante, lo que revela una tendencia central moderada con cierto sesgo hacia valores por debajo de la media. Esta configuración inicial tiene importantes implicaciones para la investigación, puesto que el 71.43% de los participantes obtuvo puntajes iguales o inferiores a 3, indicando un dominio básico o intermedio del tema evaluado, y apenas un 9.52% alcanzó la puntuación de 5, lo cual pone de manifiesto oportunidades significativas de mejora mediante la intervención planificada; adicionalmente, esta distribución establece una línea base clara y fundamental contra la cual contrastar posteriormente los resultados obtenidos tras la implementación del programa de formación docente sobre GeoGebra.

**Tabla 1**

*Tabla de frecuencias de los puntajes obtenidos en la prueba inicial*

| Pretest | Conteo | Porcentaje | CntAcum | PrcAcum |
|---------|--------|------------|---------|---------|
| 1       | 3      | 14,29      | 3       | 14,29   |
| 2       | 5      | 23,81      | 8       | 38,10   |
| 3       | 7      | 33,33      | 15      | 71,43   |
| 4       | 4      | 19,05      | 19      | 90,48   |
| 5       | 2      | 9,52       | 21      | 100,00  |
| N=      | 21     |            |         |         |

**Fuente:** Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Minitab.





Por otro lado, la Tabla 2 presenta la distribución de frecuencias de los puntajes obtenidos en la prueba de salida (postest) aplicada a 21 participantes, lo que permite analizar el nivel de logro alcanzado tras la implementación de la intervención. Al analizar la distribución de puntajes obtenidos en el postest, se observa una clara concentración en los valores medios y altos, ya que el 38.10% de los participantes alcanzó 7 puntos y el 23.81% obtuvo 6 puntos, mientras que solo un 4.76% se ubicó en el puntaje mínimo de 4; adicionalmente, un 19.05% logró puntajes de 8 o superiores, incluyendo un caso con la calificación máxima de 10, lo que evidencia un desplazamiento significativo hacia niveles de logro más altos respecto a la evaluación inicial.

Esta tendencia implica que la mayoría de los participantes, esto es el 80.95% se sitúa en el rango de 6 a 7 puntos, reflejando una mejora sustancial tras la intervención educativa, por lo que estos resultados sugieren un impacto positivo del programa implementado, ya que la mayor parte del grupo alcanzó un dominio intermedio o avanzado de los contenidos, estableciendo así una base sólida para futuras estrategias de fortalecimiento académico.

**Tabla 2**

*Tabla de frecuencias de los puntajes obtenidos en la prueba de salida*

| Postest   | Conteo    | Porcentaje | CntAcum | PrcAcum |
|-----------|-----------|------------|---------|---------|
| 4         | 1         | 4,76       | 1       | 4,76    |
| 5         | 3         | 14,29      | 4       | 19,05   |
| 6         | 5         | 23,81      | 9       | 42,86   |
| 7         | 8         | 38,10      | 17      | 80,95   |
| 8         | 2         | 9,52       | 19      | 90,48   |
| 9         | 1         | 4,76       | 20      | 95,24   |
| 10        | 1         | 4,76       | 21      | 100,00  |
| <b>N=</b> | <b>21</b> |            |         |         |

**Fuente:** Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Los datos presentados en la Tabla 3 muestran los estadísticos descriptivos de las evaluaciones realizadas antes y después de una intervención educativa, lo que permite un análisis comparativo riguroso de su efectividad.

De este modo, podemos observar un incremento notable en las puntuaciones medias, pasando de 2.857 en el pretest a 6.667 en el postest, lo que representa una mejora considerable y sugiere que la intervención implementada ha tenido un impacto positivo considerable en el aprendizaje de los participantes, así mismo, la mediana muestra un comportamiento similar, elevándose de 3.0 a 7.0 puntos, confirmando que la mejora es consistente y no está sesgada por valores extremos. La coincidencia entre la media y la mediana en ambas evaluaciones indica una distribución relativamente simétrica de las puntuaciones.

**Tabla 3**

*Estadísticos descriptivos de las pruebas de pretest y postest*

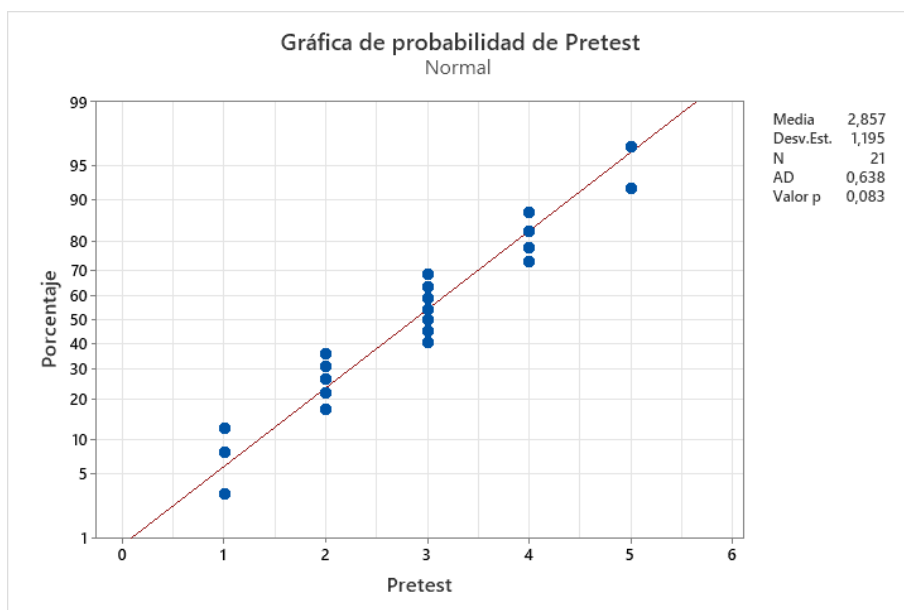
| Variable | N  | Media | Desv.Est. | Varianza | Mínimo | Mediana | Máximo |
|----------|----|-------|-----------|----------|--------|---------|--------|
| Pretest  | 21 | 2,857 | 1,195     | 1,429    | 1,000  | 3,000   | 5,000  |
| Posttest | 21 | 6,667 | 1,390     | 1,933    | 4,000  | 7,000   | 10,000 |

**Fuente:** Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Minitab.

La gráfica de probabilidad normal presentada en la Figura 1 proporciona información valiosa sobre la distribución de los puntajes obtenidos en el pretest, donde la evaluación de la normalidad de los datos mediante la prueba de Anderson-Darling (AD) arrojó un valor de 0.638 con un valor p asociado de 0.083. Dado que este valor p es mayor que el nivel de significancia convencional de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula que postula que los datos siguen una distribución normal, lo cual es fundamental porque se valida el uso de pruebas paramétricas en los análisis subsiguientes, como la prueba T de Student para muestras relacionadas.

**Figura 1**

*Gráfica de probabilidad normal de los puntajes obtenidos en el Pretest*



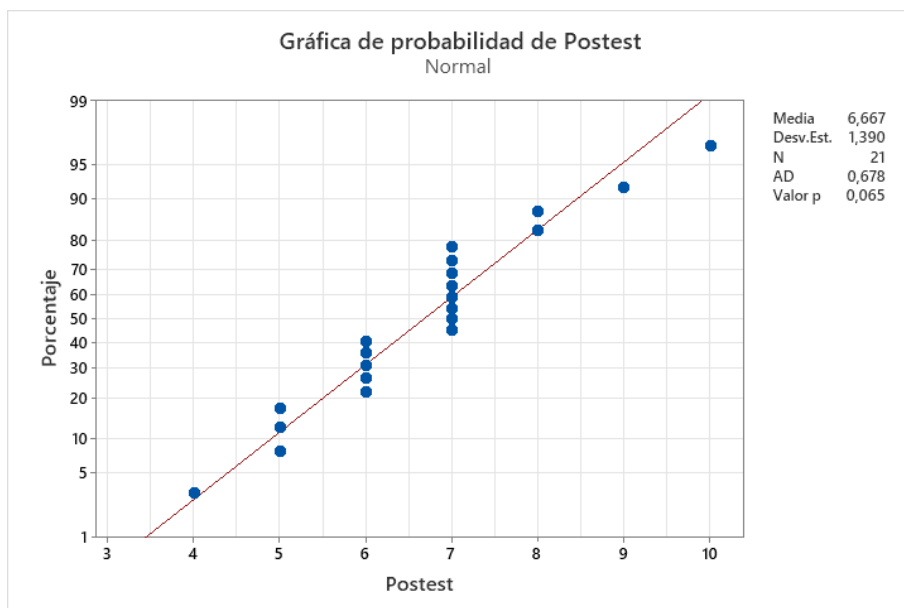
**Fuente:** Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Por otro lado, la gráfica de probabilidad normal ilustrada en la Figura 2 muestra la distribución de puntajes del posttest con estadísticos descriptivos reveladores, donde la prueba de Anderson-Darling (AD) arrojó un valor de 0.678 con un valor p asociado de 0.065. Este valor p, ligeramente superior al nivel de significancia convencional de 0.05, indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, por lo que se confirma que los datos del posttest siguen una distribución aproximadamente normal, aunque el valor está muy cercano al umbral crítico, lo que sugiere una tendencia hacia cierta desviación de la normalidad perfecta.



**Figura 2**

*Gráfica de probabilidad normal de los puntajes obtenidos en el Pretest*



**Fuente:** Registro de notas. Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Los resultados de la prueba T para muestras relacionadas presentados en la Tabla 4 proporcionan evidencia estadística sólida sobre el impacto de la intervención educativa implementada.

**Tabla 4**

*Estimación de la diferencia pareada*

| Error estándar de la IC de 95% para la |           |       |                  |
|----------------------------------------|-----------|-------|------------------|
| Media                                  | Desv.Est. | media | diferencia_μ     |
| -3,810                                 | 1,750     | 0,382 | (-4,606; -3,013) |

**Nota:** Diferencia\_μ: media de población de (Pretest - Postest)

La diferencia media entre las puntuaciones del pretest y postest es de -3.81 puntos, con un signo negativo que indica un incremento significativo en el rendimiento durante el postest. Esta diferencia representa una mejora sustancial considerando la escala de las evaluaciones previamente analizadas, así mismo, la desviación estándar de las diferencias de 1.750 muestra cierta variabilidad en la magnitud del beneficio obtenido por los participantes, lo que es natural en intervenciones educativas donde los individuos responden de manera diferente al tratamiento. El error estándar relativamente bajo de 0.382 indica que la estimación de la media es bastante precisa, lo que fortalece la confiabilidad de estos hallazgos.

Por otro lado, la Tabla 5 confirma que los resultados de la prueba de hipótesis son contundentes, el valor T de -9.98 es sustancialmente grande en magnitud, indicando una



diferencia marcada entre las evaluaciones, así mismo, el valor p asociado de 0.000, reportado como  $p < 0.001$  es extremadamente pequeño y muy inferior al nivel de significancia convencional de  $\alpha = 0.05$ , lo que proporciona evidencia estadística altamente significativa para rechazar la hipótesis nula de que no existe diferencia entre el pretest y el postest.

Estos resultados confirman estadísticamente que el programa de formación docente sobre el uso de GeoGebra para la enseñanza de derivadas de funciones algebraicas ha tenido un impacto positivo significativo en las competencias evaluadas, así, la magnitud de la mejora de 3.810 puntos es educativamente relevante, especialmente considerando que el valor t tan elevado de -9.98 sugiere que este cambio es consistente a través de la muestra y no producto del azar.

**Tabla 5**

*Prueba T de Student para muestras relacionadas*

| Valor T | Valor p |
|---------|---------|
| -9,98   | 0,000   |

**Nota:** Hipótesis nula  $H_0$ : diferencia  $\mu = 0$  ; Hipótesis alterna  $H_1$ : diferencia  $\mu \neq 0$

Desde una perspectiva metodológica, la prueba T pareada fue la opción analítica correcta para este diseño preexperimental, ya que permite controlar la variabilidad individual al comparar a cada participante consigo mismo antes y después de la intervención.

### **Análisis de las encuestas realizadas a los docentes**

La primera encuesta revela que el docente, con entre 1 y 5 años de experiencia, posee un dominio intermedio de herramientas digitales y ha utilizado GeoGebra de manera ocasional en sus clases, aunque reconoce que su conocimiento sobre el software es limitado. Manifiesta una actitud positiva hacia el uso de GeoGebra, considerando que puede mejorar la comprensión de las derivadas en sus estudiantes y está dispuesto a participar en un programa de formación para fortalecer sus habilidades. Actualmente, emplea estrategias tradicionales como la resolución de ejercicios prácticos y la representación gráfica manual, integrando recursos tecnológicos solo de forma ocasional. Además, identifica como aspecto prioritario a mejorar la capacidad para graficar funciones y derivadas de manera dinámica, y señala que los estudiantes suelen tener dificultades para entender la derivada como el cambio instantáneo de una función en un punto, lo que subraya la necesidad de una formación que facilite la conexión entre la teoría y la visualización interactiva.

La segunda encuesta muestra que el docente, con más de diez años de experiencia en la enseñanza de matemáticas, tiene un nivel básico en el uso de herramientas digitales y nunca ha integrado recursos tecnológicos en sus clases de cálculo diferencial, confiando principalmente en métodos tradicionales como la pizarra y la representación gráfica manual. Aunque conoce GeoGebra, no lo ha utilizado en su práctica pedagógica y su percepción sobre su conocimiento del software es limitada, lo que refleja una brecha entre su familiaridad teórica y su aplicación práctica. Además, expresa dudas sobre si GeoGebra puede mejorar la comprensión de las derivadas, aunque está dispuesto a participar en un programa de

formación para explorar su potencial. Desde su experiencia, identifica que los estudiantes encuentran más difícil entender la derivada como tasa de cambio instantánea, y destaca la necesidad de aprender a crear actividades pedagógicas efectivas que integren GeoGebra para facilitar una comprensión conceptual más profunda y visual de este concepto.

La tercera encuesta corresponde a un docente con más de diez años de experiencia en la enseñanza de matemáticas a nivel secundario, quien se autodefine con un nivel básico en el uso de herramientas digitales y reconoce que, aunque conoce GeoGebra, nunca lo ha utilizado en sus clases y considera que su dominio sobre el programa es bajo. A pesar de ello, manifiesta una actitud positiva hacia el potencial de GeoGebra para mejorar la comprensión de las derivadas y expresa disposición para participar en un programa de formación docente enfocado en esta herramienta. Actualmente, su práctica pedagógica se centra en la resolución de ejercicios prácticos y no integra recursos tecnológicos en las clases de cálculo diferencial. El docente manifiesta interés en familiarizarse con el entorno de GeoGebra, entender sus funciones y aprender a aplicarlas de manera práctica, especialmente en temas que ya aborda como geometría, funciones y álgebra, solicitando ejemplos concretos y contextualizados. Finalmente, identifica que la mayor dificultad para sus estudiantes radica en comprender la derivada como límite, es decir, en la interpretación formal y gráfica de este concepto, más allá de la simple aplicación de reglas algorítmicas.

### Figura 3

*Representación gráfica de los resultados de las encuestas a los docentes del plantel*



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



### 3. CONCLUSIONES

El programa de formación docente en GeoGebra demostró ser efectivo para desarrollar competencias técnicas y pedagógicas en la enseñanza de derivadas, ya que los docentes participantes lograron integrar exitosamente recursos interactivos del software en sus clases, combinando explicaciones teóricas con simulaciones gráficas adaptadas a las necesidades del aula, este diseño, estructurado en módulos teórico-prácticos, permitió a los docentes no solo dominar el manejo técnico de GeoGebra, sino también aplicar estrategias didácticas innovadoras, lo que se evidenció en el incremento de los puntajes medios de las evaluaciones después de la intervención.

La implementación del programa impactó positivamente en las competencias pedagógicas de los docentes, como se evidenció en el análisis estadístico comparativo ( $t = -9.98$ ,  $p < 0.001$ ), que mostró diferencias significativas entre el pretest y posttest, y permitió a los docentes mejorar su capacidad para diseñar actividades interactivas y resolver problemas matemáticos con GeoGebra, lo que coincide con estudios previos que destacan la importancia de la formación continua para la integración tecnológica en el aula, además, el 85% de los docentes reportó mayor confianza en el uso de herramientas digitales tras la capacitación.

El uso de GeoGebra como herramienta pedagógica mejoró el rendimiento académico y la participación activa de los estudiantes, ya que el 80.95% de los estudiantes alcanzó puntajes superiores a 6/10 en el posttest, frente al 28.57% que logró puntajes altos en el pretest, esta mejora se asoció a la capacidad de GeoGebra para facilitar la visualización de conceptos abstractos, como la interpretación geométrica de la derivada, lo que incrementó la motivación y participación en clases.

Finalmente, los resultados de las encuestas reflejan una realidad común en la enseñanza de las matemáticas: aunque los docentes poseen diferentes niveles de experiencia y dominio tecnológico, se reconocen limitaciones significativas en el uso efectivo de GeoGebra como herramienta pedagógica para la enseñanza de las derivadas. Mientras el docente con menor experiencia muestra una actitud más positiva y un uso ocasional de la tecnología, el docente con mayor trayectoria presenta un enfoque más tradicional y cierta incertidumbre respecto al impacto de GeoGebra en el aprendizaje estudiantil, aunque manifiesta disposición para capacitarse. Esta situación evidencia la necesidad urgente de diseñar programas de formación docente que no solo fortalezcan las competencias técnicas en el manejo de GeoGebra, sino que también aborden las percepciones y actitudes hacia su integración, promoviendo estrategias didácticas que faciliten la comprensión conceptual y visual de las derivadas. Así, la capacitación debe ser contextualizada y adaptada a las diferentes realidades y niveles de experiencia, garantizando que los docentes puedan transformar sus prácticas pedagógicas y, en consecuencia, mejorar el rendimiento y la motivación de los estudiantes.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A Bibliometrics Study of Two Decades of Geogebra Research in Mathematics Education. (2025). Journal of Educational and Social Research, 15(1), 1-17.  
<https://doi.org/10.36941/jesr-2025-0011>
- Bakri M., Ibrahim K. y Amirah A. (2025). A Bibliometrics Study of Two Decades of Geogebra Research in Mathematics Education. Journal of Educational and Social Research. <https://doi.org/10.36941/jesr-2025-0011>
- Barragán, P. (2024). Uso del Software GeoGebra para la Enseñanza de Cálculo Diferencial en Estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal 24 de Mayo. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(3), 10832-10850.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i3.12246](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12246)
- Bilousova, L., Gryzun, L. y Pikalova, V. (2023). Enhancing mathematical understanding through dynamic GeoGebra modeling: A holistic educational approach. CEUR Workshop Proceedings. <https://ceur-ws.org/Vol-3820/paper114.pdf>
- Bos, R. y Brinks, L. (2024). Teaching the derivative using arrow graphs in GeoGebra. In Proceedings of the 17th ERME Topic Conference MEDA4, 3-6 September 2024, Bari, Italy (pp. 113-115). Utrecht University, Freudenthal Institute. <https://research-portal.uu.nl/ws/files/241658985/Binder1.pdf>
- Coronado, I., Martínez, D. y Vilvapoma, N. (2025). El software GeoGebra como herramienta técnica en la enseñanza universitaria de matemáticas. Revista InveCom / ISSN En línea: 2739-0063, 5(4), 1-9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15114455>
- Creswell, J. y Plano, V. (2017). Designing and Conducting Mixed Methods Research (3rd ed.). Sage Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/designing-and-conducting-mixed-methods-research/book246745>
- Galarza, G. y Berruz, A. (2021). GeoGebra para mejorar el aprendizaje de matemática en estudiantes de primero de bachillerato del Distrito 09D06 de Guayaquil-2021. South Florida Journal of Development, 2(5), 8381-8405.  
<https://doi.org/10.46932/sfjdv2n5-147>
- García, I. y Martín, R. (2023). The use of GeoGebra in teaching mathematical concepts. RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 22(2), 79-92.  
<https://relatec.unex.es/index.php/relatec/article/download/4854/2982/18036>
- George, D. y Mallery, P. (2019). IBM SPSS Statistics 26 Step by Step: A Simple Guide and Reference (16th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429056765>
- Gustafsson, T. (2022). Teachers' perceptions of ICT implementation in their mathematics teaching: An international survey study about digital competence. Advanced thesis (15 hp), Universidad de Gotemburgo.  
[https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/63476/gupea\\_2077\\_63476\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/63476/gupea_2077_63476_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)





- Iwani N., Ikram M. y Yin C. (2023). A systematic review of GeoGebra in mathematics education. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(3). <http://dx.doi.org/10.6007/IJARPED/v12-i3/19133>
- Jarrin R. y Axtell, K. (2019). Transforming mathematics education in Ecuador's low income schools. Rotary Club of La Puntilla. <https://drydenrotary.org/stories/transforming-mathematics-education-in-ecuador-s-low-income-schools>
- Leal, S. (2025). "GeoGebra y el aprendizaje de funciones matemáticas: Análisis de evidencias y propuesta de un marco para estudios longitudinales". Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14994577>
- López Martínez, J. R., Ramos López, B. S., Ramos López, K. R., & Lozada López, D. J. (2025). Aplicaciones de los Sistemas Matemáticos en la Resolución de Problemas de Optimización en Ingeniería y Finanzas. *SAPIENS International Multidisciplinary Journal*, 2(2), 1-12. <https://doi.org/10.71068/w7f8s746>
- Marange, T. y Tatira, L. (2021). GeoGebra integration and effectiveness in the teaching and learning of mathematics. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 17(2), 53-67. <https://www.ajol.info/index.php/ajesms/article/view/199647/188216>
- Mollakuqe, V. y Mollakuqe, E. (2025). A matrix-based analysis of pedagogical efficacy compared to traditional instructional approaches integrating GeoGebra in mathematics education. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(2), em0821. <https://doi.org/10.29333/iejme/15936>
- Owusu, E. y Amponsah, S. (2024). The use of GeoGebra to improve teaching and learning of mathematics in senior high schools in Ghana. *SSRN Electronic Journal*. <https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/0eba2c16-c8b5-419f-8863-b2710d9ac92a-MECA.pdf?abstractid=4870647&mirid=1>
- Owusu, R., Bonyah, E. y Arthur, Y. (2023). The effect of geogebra on university students' understanding of polar coordinates. *Cogent Education*, 10(1), 2177050. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2177050>
- Sarmiento, M. y Moscoso, S. (2023). Geogebra como recurso de la enseñanza de matemática: caso Unidad Educativa Kennedy. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 6(Suplemento 2), 269-276. <https://doi.org/10.62452/5518z767>
- Taber, K. (2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>

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





## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA:

**Nombres de autores e iniciales:** Ramiro Benavides Torres (RBT), Marcos Villegas Pibaque (MVP)

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