

Impacto de GeoGebra en el aprendizaje de cálculo diferencial en estudiantes de bachillerato

Impact of GeoGebra on differential calculus learning in high school students

William Israel Vilema Endara

Unidad Educativa Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar – Elvira Ortega
william.vilema@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0000-6657-5737>
Cotopaxi – Ecuador

Elaine Valeria Cabezas Gómez

Unidad Educativa Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar – Elvira Ortega
valeriacabezas85@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0001-8234-8590>
Cotopaxi – Ecuador

Nelson Iván Casa Casa

Unidad Educativa Saquisilí
nelson.casa@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0003-4695-212X>
Cotopaxi – Ecuador

Mónica Amparito Grados Fabara

Unidad Educativa los Shirys
monicagrados@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-4699-8179>
Pichincha – Ecuador

Formato de citación APA

Vilema, W., Cabezas, E., Casa, N. & Grados, M. (2025). *Impacto de GeoGebra en el aprendizaje de cálculo diferencial en estudiantes de bachillerato*. Revista REG, Vol. 4 (Nº. 3). p. 2321 – 2335.

CIENCIA INTEGRADA

Vol. 4 (Nº. 3). Julio - Septiembre 2025.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 22-09-2025

Fecha de aceptación :30-09-2025

Fecha de publicación:30-09-2025



RESUMEN

La investigación tiene como fundamento la creciente necesidad de integrar tecnologías educativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas, específicamente en el cálculo diferencial, para mejorar la comprensión y rendimiento de los estudiantes de bachillerato. El objetivo principal fue determinar el impacto de GeoGebra en el aprendizaje de las derivadas polinómicas en estudiantes de tercer año de bachillerato en la Unidad Educativa Victoria Vásconez Cuvi – Simón Bolívar, durante el período académico 2024–2025. La metodología empleada fue de tipo cuasi-experimental con un solo grupo, con un enfoque cuantitativo. Se diseñó un pretest y un postest para medir los conocimientos en derivadas antes y después de la intervención. Se utilizó el software GeoGebra en un modelo de intervención que incluyó cinco secuencias didácticas basadas en recursos visuales, simuladores y actividades interactivas. La confiabilidad del instrumento de evaluación fue comprobada mediante el Alfa de Cronbach (0.803), garantizando la precisión en la medición. La muestra estuvo conformada por 36 estudiantes de tercer año de bachillerato. Los principales resultados revelan una mejora significativa en el rendimiento académico del grupo que empleó GeoGebra, con un aumento estadísticamente pertinente en las calificaciones, donde el promedio inicial de 5.58 alcanzó un promedio final de 8.79, demostrando un incremento del 32.15%. Además, el análisis estadístico confirmó un impacto positivo del uso de GeoGebra en la comprensión de conceptos complejos, destacando beneficios en motivación y creatividad. En conclusión, la integración de GeoGebra en el aula favorece significativamente el aprendizaje del cálculo diferencial. Los resultados respaldan que esta herramienta, acompañada de un diseño pedagógico adecuado, contribuye a superar dificultades tradicionales, aumenta el interés por las matemáticas y promueve una enseñanza más inclusiva y efectiva, alineándose con las tendencias actuales de innovación educativa.

PALABRAS CLAVE: GeoGebra, cálculo diferencial, derivadas polinómicas, matemática, aprendizaje

ABSTRACT

The research is based on the growing need to integrate educational technologies into the teaching-learning process of mathematics, specifically differential calculus, to improve the comprehension and performance of high school students. The main objective was to determine the impact of GeoGebra on the learning of polynomial derivatives among third-year high school students at the Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar Educational Unit during the 2024–2025 academic year. The methodology used was quasi-experimental, with a single group, and a quantitative approach. A pretest and posttest were designed to measure knowledge of derivatives before and after the intervention. GeoGebra software was used in an intervention model that included five teaching sequences based on visual resources, simulators, and interactive activities. The reliability of the assessment instrument was verified using Cronbach's alpha (0.803), ensuring measurement accuracy. The sample consisted of 36 third-year high school students. The main results reveal a significant improvement in the academic performance of the group that used GeoGebra, with a statistically significant increase in grades, from an initial average of 5.58 to a final average of 8.79, demonstrating a 32.15% increase. Furthermore, the statistical analysis confirmed a positive impact of using GeoGebra on the understanding of complex concepts, highlighting benefits in motivation and creativity. In conclusion, the integration of GeoGebra in the classroom significantly enhances the learning of differential calculus. The results support that this tool, when accompanied by an appropriate pedagogical design, helps overcome traditional difficulties, increases interest in mathematics, and promotes more inclusive and effective teaching, aligning with current trends in educational innovation.

KEYWORDS: GeoGebra, differential calculus, polynomial derivatives, mathematics, learning

INTRODUCCIÓN

En un mundo globalizado, donde la tecnología trasciende a pasos agigantados, y la ciencia redefine constantemente lo conocido hasta la actualidad; es necesario potenciar la educación con la tecnología emergente. La clave de la mayoría de descubrimientos reside en la investigación y la aplicación de las matemáticas, por ello, es imperativo que se revolucione los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para lo cual, es necesario integrar la tecnología emergente y transformar la educación con estrategias pedagógicas, didácticas y metodológicas nuevas e innovadores que preparen a los estudiantes para el futuro.

Aprender matemática continúa siendo un reto complejo, debido a que existen diversas dificultades cognitivas, metodológicas y sociales. Según la UNESCO (2017), alrededor de 617 millones de niños y adolescentes no poseen los niveles mínimos en las competencias de lectura y matemáticas, esto refleja una crisis a nivel global del aprendizaje y pone en riesgo la calidad de la educación y el desarrollo sostenible.

En América Latina, los resultados del Programa para la evaluación internacional de estudiantes (PISA) en el año 2022 revelaron que tres de cada diez estudiantes alcanzan el nivel mínimo de conocimientos matemáticos (Arias et al., 2023), dato preocupante para el desarrollo de una sociedad que convive con la tecnología emergente.

En el Ecuador, el INEVAL (2025), destacan que aunque existen mejoras en áreas curriculares, aún persisten debilidades importantes en matemáticas, especialmente en la comprensión de operaciones básicas y la resolución de problemas.

En este contexto, en la Unidad Educativa Victoria Vásconez Cuvi – Simón Bolívar – Elvira Ortega de la ciudad de Latacunga, el problema se agudiza y se enfrenta a un desafío palpable. El aprendizaje de matemática se dificulta por la ausencia de metodologías pedagógicas modernas y contextualizadas que incorporen la tecnología. Por ello, surge la necesidad de crear y aplicar proyectos educativos innovadores que transformen el aula de clase y mejoren significativamente el rendimiento académico y la comprensión de los estudiantes en matemática.

Los estudiantes de bachillerato de esta institución, enfrentan dificultades por la falta de conocimientos sólidos en cálculo diferencial, debido a que no revisan en su formación este contenido y por la debilidad en los conocimientos matemáticos básicos para abordar el tema. Tal como lo indica Ríos & Navarrete (2023), esta brecha tiene consecuencias directas y graves, ya que limita las



oportunidades de los estudiantes en una gran cantidad de campos de alto crecimiento profesional y se convierte en un factor determinante en la deserción de las carreras técnicas en la universidad.

Es por ello que, es necesario incorporar la tecnología en el aprendizaje de derivadas, ya que deja de ser una opción pedagógica y se convierte en una necesidad estratégica. La tecnología emergente existente permite superar limitaciones de metodologías obsoletas y tradicionalistas, porque permiten contextualizar y dinamizar conceptos abstractos como el límite y la derivada.

El integrar la tecnología, se constituye como un aliado estratégico para fortalecer los conocimientos básicos en el tema de derivadas, por tal razón, uno de las herramientas más empleadas para entender conceptos abstractos es GeoGebra, que es un software matemático dinámico que se adapta a todos los niveles de educación, donde la principal fortaleza es integrar múltiples áreas como la geometría, álgebra, hojas de cálculo, gráfico, estadística y cálculo en un solo entorno (GeoGebra, 2025).

Aprender derivadas en matemáticas es un desafío, porque requiere que los estudiantes den un salto conceptual enorme hacia el pensamiento abstracto, dejando la relativa familiaridad del álgebra. De acuerdo con Loeng (2020), dominar las derivadas significa aprender a entender y predecir el cambio instantáneo, habilidad fundamental para comprender la evolución del mundo y cómo se puede modelar esos cambios. Según Yang et al. (2021), la clave para alcanzar esta comprensión conceptual en matemáticas radica en la construcción de una red de significados.

Investigaciones previas, reafirman que el uso de GeoGebra en el aprendizaje de derivadas presenta beneficios significativos, es así que según Zhang et al. (2025), manifiestan que GeoGebra presenta un impacto positivo en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes, más aún cuando se aplica en un periodo corto para aprender temas de cálculo y derivadas. Además, Hedi et al. (2023), señalan que el uso del software GeoGebra en la enseñanza de derivadas de funciones de dos variables mejora la comprensión de los estudiantes, y motiva a aprender conceptos matemáticos más complejos. Además, Y finalmente, Nongharnpituk et al. (2022), indican que el uso del software GeoGebra en el aprendizaje de cálculo mejora el rendimiento y aumenta el interés, la creatividad y autodescubrimiento en el aula.

En definitiva, la incorporación del software GeoGebra en el aprendizaje del cálculo ofrece beneficios multifacéticos significativos, ya que mejora de manera comprobada el rendimiento académico de los estudiantes en períodos cortos y facilita la comprensión de conceptos complejos, aumentando el interés, la motivación y la creatividad del estudiante por aprender. Es así que se plantea como objetivo de la investigación: Determinar el impacto de GeoGebra en el aprendizaje de derivadas

polinómicas en estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar – Elvira Ortega en el período académico 2024 – 2025.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación se basó desde el paradigma positivista, porque “plantea la posibilidad de llegar a verdades absolutas en la medida en que se abordan los problemas y se establece una distancia significativa entre el investigador y el objeto de estudio” (Miranda Beltrán & Ortiz Bernal, 2020, p. 7), por tal razón, esta investigación se centra en la medición objetiva y la cuantificación de los datos recolectados antes y después de aplicar GeoGebra en el aprendizaje de cálculo diferencial

El tipo de investigación es cuantitativo, porque se trabaja con datos numéricos que proporcionan el rigor empírico para determinar si la aplicación de GeoGebra presenta un impacto significativo en el aprendizaje de matemática.

El diseño de investigación aplicado es el cuasiexperimental porque busca comprobar si la aplicación de GeoGebra mejora el aprendizaje del cálculo diferencial, para el desarrollo del cuasiexperimento, se aplica un pretest y postest a un solo grupo de estudiantes, y de corte transversal porque se aplica el uso de la herramienta en un solo lapso de tiempo durante el año lectivo 2024 – 2025.

La técnica que se aplica en la investigación está la prueba estandarizada, donde los instrumentos aplicados son el pretest y el postest con la finalidad de evaluar los conocimientos de derivadas polinómicas. Estos instrumentos poseen diez preguntas con opción múltiple de respuestas.

Para la investigación se aplicó un muestreo no probabilístico a conveniencia, ya que se puede emplear en estudios cualitativos y cuantitativos cuando la población objetivo es pequeña y de fácil acceso (Obilor & Isaac, 2023); por tal razón, la muestra está constituido por 36 estudiantes de tercer año de bachillerato de la “Unidad Educativa Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar – Elvira Ortega”, por la disponibilidad, los recursos y la factibilidad para realizar la investigación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la investigación, se basaron en una prueba estandarizada para evaluar dentro del cálculo diferencial el conocimiento sobre derivadas polinómicas, específicamente en la aplicación de las reglas de derivación de la suma, resta, producto, cociente y cadena, donde el pretest y postest fueron validados a juicio de cinco expertos en el área, mismos que validan el instrumento sin cambios ni observaciones; además, se realizó el análisis de confiabilidad con alfa de Cronbach, el cual arrojó los resultados mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis de confiabilidad

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,803	10

Nota. Resultados obtenidos mediante SPSS v. 26

El instrumento de evaluación mostró una confiabilidad excelente, con un Alfa de Cronbach de 0.803, ya que según Herrera (1998), el valor está entre 0.72 a 0.99. Por consiguiente, los ítems del instrumento presentaron una consistencia interna alta que permitieron garantizar que la medición de las variables de investigación sea precisa.

En el marco del desarrollo de la clase de manera tradicional, los estudiantes al ser evaluados con el instrumento validado sobre las reglas de derivación de la suma, resta, producto, cociente y cadena obtuvieron los resultados presentados en la columna “Pretest” de la tabla 2.

Los resultados que se obtuvieron luego de la aplicación del libro de GeoGebra denominado “Descubriendo las derivadas” a los estudiantes de tercer año de bachillerato se visualizan en la tabla 2 en la columna “Postest”. Dentro del libro de GeoGebra, los estudiantes contaron con material visual, auditivo, simuladores, foros, test y retroalimentación activa sobre derivadas polinómicas. El libro se basó en cinco secuencias didácticas, donde el contenido de aprendizaje se estableció para las fases de inicio, desarrollo y cierre.

Tabla 2. Resultados generales del pretest y postest

Estudiante	Pretest	Postest	Diferencia	% de mejora
Estudiante 1	6.13	10.00	3.88	38.75%
Estudiante 2	6.30	10.00	3.70	37.00%
Estudiante 3	5.86	10.00	4.14	41.38%
Estudiante 4	4.90	8.00	3.10	31.00%
Estudiante 5	5.25	10.00	4.75	47.50%
Estudiante 6	6.13	10.00	3.88	38.75%
Estudiante 7	5.34	9.00	3.66	36.63%
Estudiante 8	4.68	8.00	3.32	33.19%
Estudiante 9	6.61	9.25	2.64	26.44%
Estudiante 10	5.51	8.00	2.49	24.88%
Estudiante 11	5.60	10.00	4.40	44.00%
Estudiante 12	6.65	9.00	2.35	23.50%
Estudiante 13	4.94	7.25	2.31	23.06%

Estudiante 14	5.99	9.00	3.01	30.06%
Estudiante 15	4.90	7.00	2.10	21.00%
Estudiante 16	5.03	8.00	2.97	29.69%
Estudiante 17	4.99	10.00	5.01	50.13%
Estudiante 18	6.04	9.00	2.96	29.63%
Estudiante 19	6.61	9.50	2.89	28.94%
Estudiante 20	5.03	8.25	3.22	32.19%
Estudiante 21	6.21	9.00	2.79	27.88%
Estudiante 22	4.55	8.00	3.45	34.50%
Estudiante 23	5.69	10.00	4.31	43.13%
Estudiante 24	6.39	9.00	2.61	26.13%
Estudiante 25	6.30	10.00	3.70	37.00%
Estudiante 26	5.95	8.00	2.05	20.50%
Estudiante 27	5.60	7.00	1.40	14.00%
Estudiante 28	5.95	10.00	4.05	40.50%
Estudiante 29	4.94	9.25	4.31	43.06%
Estudiante 30	5.51	10.00	4.49	44.88%
Estudiante 31	4.42	8.00	3.58	35.81%
Estudiante 32	4.90	7.00	2.10	21.00%
Estudiante 33	5.21	9.00	3.79	37.94%
Estudiante 34	5.69	9.00	3.31	33.13%
Estudiante 35	5.71	7.00	1.30	12.95%
Estudiante 36	5.25	7.00	1.75	17.50%
Promedio	5.58	8.79	3.22	32.15%

Nota. Resultados obtenidos mediante SPSS v. 26

La tabla presentó los resultados obtenidos en el pretest y el posttest, en el cual, la muestra de 36 estudiantes revela una mejora sustancial y consistente en el rendimiento académico luego de la aplicación de GeoGebra en el aprendizaje de derivadas polinómicas en la aplicación de las reglas de derivación suma, resta, producto, cociente y cadena enmarcadas dentro del cálculo diferencial.

Antes de la aplicación de GeoGebra, el nivel de conocimiento inicial (pretest) mostró un promedio de 5.58/10.00, puntaje por debajo del nivel mínimo (7.00) establecido en el Segundo Suplemento del Registro Oficial No.254 del Reglamento a la Ley Orgánica de Educación Intercultural en su artículo 26 (MINEDUC, 2023).

Por otro lado, luego de la aplicación de GeoGebra, el promedio del posttest se elevó significativamente hasta 8.79/10.00.

Estos resultados mostraron una tendencia de mejora significativa en el aprendizaje de derivadas polinómicas, donde 36 estudiantes evidenciaron un incremento positivo en el rendimiento académico, en el cual, el porcentaje de mejora oscila entre el 12.95% y el 50.13%. De los cuales, once estudiantes alcanzaron el puntaje máximo que es de 10.00/10.00 en el postest, lo cual, permite determinar que la intervención fue robusta y dirigida para facilitar el dominio de los objetivos de aprendizaje evaluados.

En complemento a los resultados del rendimiento académico, se aplica el análisis estadístico inferencial, con la finalidad de argumentar de manera objetiva y confirmar el impacto de la aplicación de GeoGebra; para lo cual, se realiza el análisis de normalidad de los resultados del pretest y postest, mismos que se muestran en la tabla 3. En esta prueba se emplea los criterios de Shapiro – Wilk, porque los datos son inferiores a cincuenta.

Tabla 3. Resultados de la prueba de normalidad

Pruebas de normalidad			
Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
pretest	,963	36	,265
postest	,867	36	,000

Nota. Resultados obtenidos mediante SPSS v. 26

Los resultados de la tabla 3 indican que, en el pretest el valor de significancia ($p=0.265$) es mayor que 0.05. Por lo tanto, se determina que los datos siguen una distribución normal. En este sentido, el valor de significancia del postest es 0.00, lo que indica que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad.

En vista que el pretest y el postest fueron aplicados a un mismo grupo de estudiantes, las muestras son relacionadas. En este caso, la prueba estadística elegida para analizar el impacto de GeoGebra en el aprendizaje del cálculo diferencial, es una prueba no paramétrica; por tal razón, se emplea la prueba de W de Wilcoxon para muestras relacionadas, ya que permite determinar la diferencia estadística significativa en el rendimiento de los estudiantes de tercer año de bachillerato. Dentro de la aplicación de la prueba, se planteó dos hipótesis (nula y alternativa):

Ho: La aplicación de GeoGebra no impacta de manera significativa en el aprendizaje de cálculo diferencial en estudiantes de tercero año de bachillerato de la Unidad Educativa Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar – Elvira Ortega en el período académico 2024 – 2025.

Ha: La aplicación de GeoGebra impacta de manera significativa en el aprendizaje de cálculo diferencial en estudiantes de tercero año de bachillerato de la Unidad Educativa Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar – Elvira Ortega en el período académico 2024 – 2025.

A continuación, la tabla 4 indica los resultados de la prueba estadística W de Wilcoxon realizada en SPSS versión 26.

Tabla 4. Prueba W de Wilcoxon

Estadísticos de prueba ^a	
	postest - pretest
Z	-5,232 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Nota. Resultados obtenidos mediante SPSS v. 26

Al examinar los resultados de rangos con signo de Wilcoxon, se obtuvo un estadístico de prueba Z de -5,232, este valor se basa en rangos negativos, el cual indica que la tendencia general del grupo fue la mejora de los aprendizajes de cálculo diferencial. Por otro lado, la evidencia decisiva de esta prueba, está dada por el valor de significancia asintótica bilateral (p), que es de 0.000. El valor al ser inferior que el nivel de significancia convencional de 0.05, se rechaza la hipótesis nula y en consecuencia se acepta la hipótesis alternativa. Por tal motivo, se comprueba de manera estadística que la aplicación de GeoGebra impacta de manera significativa en el aprendizaje de cálculo diferencial en estudiantes de tercero año de bachillerato de la Unidad Educativa Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar – Elvira Ortega en el período académico 2024 – 2025.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos proporcionan una evidencia sólida apreciación del impacto significativo de la aplicación de GeoGebra como una herramienta didáctica para mejorar el aprendizaje de cálculo diferencial en estudiantes de bachillerato. El promedio general de mejora es de 3.22 puntos, el cual representa el 32.15% de aumento, esto coincide con investigaciones previas que demuestran el impacto positivo de las tecnologías en la educación matemática.

Este hallazgo, concuerda con lo que señala Ocal (2017), quien encontró que la educación con GeoGebra tuvo efectos positivos en el rendimiento académico de los estudiantes relacionados al conocimiento conceptual y la aplicación de derivadas. En este sentido, Cenas Chacon et al. (2024), demostraron la efectividad del uso de GeoGebra en la comprensión del cálculo diferencial en estudiantes de secundaria, donde se observó mejora en el rendimiento académico. Esta consistencia

entre las investigaciones, reafirma la validez de los hallazgos obtenidos con la investigación, lo cual, constituye a GeoGebra como una herramienta tecnológica didáctica robusta para el aprendizaje del cálculo diferencial.

De manera particular, la mejora independiente del nivel inicial de los estudiantes, afirma que GeoGebra es una herramienta efectiva en estudiantes con diferentes niveles de competencia matemática, aspecto relevante para la práctica de la educación inclusiva.

La mejora sustancial del promedio inicial de 5.58/10.00 en relación al promedio final de 8.79/10.00, supera significativamente la práctica de metodologías tradicionales empeladas en el aula de clase. Esta diferencia coincide con la investigación de Bekene & Machaba (2022), quienes señalan que existen diferencias significativas en el aprendizaje de derivadas entre un grupo experimental donde se usa GeoGebra y un grupo de control donde se emplean métodos tradicionales. De igual manera, según Vilema et al. (2025), el 52% de estudiantes de bachillerato superaron la calificación mínima de siete puntos en el postest en comparación al 58% de estudiantes que obtuvieron una calificación inferior a siete en el pretest en el aprendizaje de derivadas.

De manera general Bright et al. (2024), proporciona una evidencia adicional sobre los mecanismo mediadores, donde se demuestra que el impacto de la tecnología en el rendimiento académico de matemática esta mediado por el interés de los estudiantes de matemática. Este estudio revela que la aplicación de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas tuvo un 58.7% de impacto de interés en los estudiantes. Razón por la cual, se evidencia los beneficios de la tecnología como GeoGebra que operan en mecanismos cognitivos directos y afectivos.

Dentro de la práctica pedagógica, la revisión sistemática de Darmanova et al. (2025), señala que el uso de la tecnología en la educación matemática en el nivel secundario identificó una porción significativa del trabajo en esta área del conocimiento emplea el uso de plataforma interactivas como GeoGebra. Esta tendencia refuerza la relevancia y actualidad de los hallazgos obtenidos con la investigación.

Es así que, la aplicación de GeoGebra en el contexto de este estudio, demuestra que, con un diseño pedagógico adecuado y recursos tecnológicos adecuados, es posible mejorar el aprendizaje del cálculo diferencial en temas como derivadas polinómicas.

CONCLUSIONES

La implementación de GeoGebra en el aprendizaje del cálculo diferencial genera mejoras significativas en el rendimiento académico de los estudiantes de bachillerato, facilitando la comprensión de conceptos complejos mediante visualizaciones dinámicas y recursos interactivos.

La utilización de GeoGebra, acompañada de un diseño pedagógico adecuado, contribuye a disminuir las dificultades tradicionales en el aprendizaje del cálculo, promoviendo un ambiente donde la motivación y el interés por las matemáticas aumentan, con implicaciones positivas en la inclusión educativa y en la formación de competencias cognitivas y afectivas.

Aunque los resultados confirman el impacto positivo del software en el aprendizaje del cálculo diferencial, se abren nuevas líneas de investigación sobre la integración de otras tecnologías educativas, su efecto a largo plazo y la adaptación de metodologías que maximicen estos beneficios en diferentes contextos y niveles educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, E., Bos, M., Zoido, P., & Giambruno, C. (2023, diciembre 5). PISA 2022: ¿Cómo le fue a América Latina y el Caribe? *Enfoque Educación*. <https://blogs.iadb.org/educacion/es/pruebas-pisa-2022-america-latina-caribe/>
- Bekene, T., & Machaba, M. (2022). The Effect of GeoGebra on Students' Abilities to Study Calculus. *Education Research International*, 22(1). <https://doi.org/10.1155/2022/4400024>
- Bright, A., Welcome, N. B., & Arthur, Y. D. (2024). The effect of using technology in teaching and learning mathematics on student's mathematics performance: The mediation effect of students' mathematics interest. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 4(2), em059. <https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/14309>
- Cenas Chacon, F. Y., Ramírez Sobalvarro, Y., & Figueroa Coronado, E. C. (2024). Use of digital tools to improve the learning of differential calculus competence in engineering students. *LACCEI*, 1(8). <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.361>
- Darmanova, Z., Abylkassymova, A., & Nurmukhamedova, Z. (2025). A systematic review of technology use in middle and high school mathematics education: Insights from contextual, methodological, and evaluation characteristics. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1644284>
- GeoGebra. (2025). *Acerca de GeoGebra*. GeoGebra. <https://www.geogebra.org/about>
- Hedi, H., Mulyadi, A. D., Suryani, A., Binarto, A., & Agoes, F. (2023). The development of two-variable function derivative learning using Geogebra. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 6(3). <https://doi.org/10.33122/ijtmer.v6i3.233>
- Herrera. (1998). Construcción y análisis de pruebas objetivas. En *Universidad Nacional de Colombia*. <https://docer.com.ar/doc/nc0svex>
- INEVAL. (2025). *Informe Nacional de Resultados Ser Estudiante del Nivel de Bachillerato Año lectivo 2023—2024* [Informe Nacional]. https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2023-2024_3.pdf
- Loeng, S. (2020). *Aprendizaje autodirigido: Un concepto fundamental en la educación de adultos. 1*. <https://doi.org/10.1155/2020/3816132>
- MINEDUC. (2023). *Normativa para regular la evaluación, permanencia y promoción en el sistema educativo fiscal*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/04/MINEDUC-MINEDUC-2023-00012-A.pdf>



- Miranda Beltrán, S., & Ortiz Bernal, J. A. (2020). Los paradigmas de la investigación: Un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21).
<https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>
- Nongharnpituk, P., Yonwilad, W., & Khansila, P. (2022). The Effect of GeoGebra Software in Calculus for Mathematics Teacher Students. *Journal of Educational Issues*, 8(2).
<https://doi.org/10.5296/jei.v8i2.20422>
- Obilor, E., & Isaac. (2023). *Convenience and Purposive Sampling Techniques: Are they the Same?*
https://www.semanticscholar.org/paper/Convenience-and-Purposive-Sampling-Techniques%3A-Are-Obilor-Isaac/443c8b6a4b79a0319e659f6d273eb5b5fa3bb432?utm_source=consensus
- Ocal, M. F. (2017). The Effect of Geogebra on Students' Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Applications of Derivative. *Higher Education Studies*, 7(2).
<https://doi.org/10.5539/hes.v7n2p67>
- Ríos, C., & Navarrete, Y. (2023). *Estrategia didáctica para el aprendizaje de las Matemáticas en los estudiantes de tercero de Bachillerato*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2308-01322023000100003&script=sci_arttext&tlng=pt
- UNESCO. (2017, septiembre 21). *UNESCO cifra en 617 millones a los niños y adolescentes sin conocimientos mínimos en lectura y matemáticas*. Noticias ONU.
<https://news.un.org/es/story/2017/09/1386331>
- Vilema, W., Grados, K., Cherres, R., & Vilema, A. (2025). Uso de GeoGebra en el aprendizaje de derivadas. En *Memorias CICIIE - VI Congreso Internacional de Ciencia, Investigación, Innovación y Emprendimiento* (Vol. 6). ISU Central Técnico.
https://www.researchgate.net/publication/395339192_Memorias_CICIIE_-_VI_Congreso_Internacional_de_Ciencia_Investigacion_Innovacion_y_Emprendimiento
- Yang, Z., Yang, X., Wang, K., Zhang, Y., Pei, G., & Xu, B. (2021). The Emergence of Mathematical Understanding: Connecting to the Closest Superordinate and Convertible Concepts. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.525493>
- Zhang, Y., Wang, P., Jia, W., Zhang, A., & Chen, G. (2025). Dynamic visualization by GeoGebra for mathematics learning: A meta-analysis of 20 years of research. *Taylor & Francis*.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2250886>



CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.