

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v9i17.0340>

GEOGEBRA COMO HERRAMIENTA DE MODELACIÓN MATEMÁTICA: EVALUACIÓN MIXTA DE PERCEPCIONES ESTUDIANTILES Y DOCENTES

GEOGEBRA AS A MATHEMATICAL MODELING TOOL: MIXED EVALUATION OF STUDENT AND TEACHER PERCEPTIONS

Barahona-Montalván Bryan Iván ¹; Freire-Avilés Roger Marcelo ²;
Vélez-Molina José Enrique ³

¹ Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.

Correo: bbarahona@uagraría.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-2223-4387>.

² Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador.

Correo: rfreirea2@unemi.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9069-4787>.

³ Universidad Espíritu Santo. Guayaquil, Ecuador.

Correo: jose.velez@uees.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7776-7461>.

Resumen

El sistema educativo ecuatoriano enfrenta retos sustanciales en la enseñanza de las matemáticas, especialmente a nivel de educación secundaria. Entre las principales dificultades se encuentran la insuficiencia de métodos pedagógicos tradicionales para abordar conceptos abstractos, la falta de motivación por parte de los estudiantes y la escasa integración de herramientas tecnológicas. Este estudio, realizado en la Unidad Educativa "Nuestra Señora del Rosario de Pompeya", evaluó las percepciones de estudiantes y docentes sobre el uso de GeoGebra como herramienta de modelación matemática. A través de un enfoque mixto, basado en el diseño cuasi experimental, se recopiló datos mediante entrevistas a docentes y encuestas dirigidas a estudiantes, enmarcados en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM). Los resultados obtenidos evidencian que GeoGebra no solo facilita la comprensión de conceptos matemáticos complejos, sino que también fomenta un aprendizaje más interactivo y participativo. Los docentes resaltaron la necesidad de recibir capacitación para aprovechar al máximo el potencial de la herramienta, mientras que los estudiantes valoraron su accesibilidad y facilidad de uso, mostrando una percepción general positiva. En conclusión, este estudio demuestra que GeoGebra constituye una solución efectiva para mejorar la enseñanza de las matemáticas, al dinamizar el proceso educativo y despertar el interés de los estudiantes. Su integración en el currículo escolar representa una oportunidad para avanzar hacia un aprendizaje más significativo y alineado con las exigencias del contexto educativo actual. No obstante, se subraya la necesidad de capacitación adicional y de tiempo para facilitar una implementación óptima.

Palabras clave: Software Educativo, tecnología educativa, herramientas tecnológicas, modelo de aceptación tecnológica (TAM).

Abstract

The Ecuadorian educational system faces substantial challenges in the teaching of mathematics, especially at the secondary education level. Among the main difficulties are the inadequacy of traditional pedagogical methods to address abstract concepts, lack of student motivation, and limited integration of technological tools. This study, conducted at the "Nuestra Señora del Rosario de Pompeya" Educational Unit, evaluated the perceptions of students and teachers regarding the use of GeoGebra as a mathematical modeling tool. Through a mixed-methods approach based on a quasi-experimental design, data were collected through interviews with teachers and surveys directed at students, framed within the Technology Acceptance Model (TAM). The results indicate that GeoGebra not only facilitates the understanding of complex mathematical concepts but also promotes a more interactive and participatory learning

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 09 de enero de 2026.

Fecha de aceptación: 20 de marzo de 2026.

Fecha de publicación: 20 de abril de 2026.



experience. Teachers emphasized the need for training to fully leverage the tool's potential, while students appreciated its accessibility and ease of use, showing an overall positive perception. In conclusion, this study demonstrates that GeoGebra is an effective solution for improving mathematics instruction by enhancing the educational process and sparking student interest. Its integration into the school curriculum represents an opportunity to advance towards more meaningful learning aligned with the demands of the current educational context. However, the need for additional training and time to facilitate optimal implementation is underscored.

Keywords: Educational Software, Educational Technology, Technological Tools, Technology Acceptance Model (TAM).

1. Introducción

La educación en el Ecuador ha enfrentado diversos desafíos que han impulsado la mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje tanto para estudiantes como para docentes. En la evaluación del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) para el Desarrollo (PISA-D), los estudiantes ecuatorianos obtuvieron un promedio de 377 puntos en matemáticas, muy por debajo del promedio global de PISA, que es cercano a los 490 puntos. Además, el 70.9% de los estudiantes no alcanzó el nivel 2, el cual representa las habilidades básicas necesarias para resolver problemas matemáticos cotidianos. Esto refleja un desempeño insuficiente para el uso funcional de las matemáticas en la vida diaria (Heredia, 2018).

La evaluación Ser Estudiante 2023, desarrollada por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval), evidencia significativas deficiencias en el aprendizaje de matemáticas en Ecuador. El 30% de los estudiantes de nivel Media no alcanza el nivel básico, reflejando dificultades en operaciones aritméticas y conceptos geométricos fundamentales. En niveles Superior y Bachillerato, solo el 20% logra desempeños satisfactorios o avanzados, destacando brechas críticas en razonamiento lógico. Estas limitaciones son más marcadas en las zonas rurales, donde más del 50% de los estudiantes se ubican en los niveles más bajos, frente al 35% en áreas urbanas. Además, el acceso a tecnología y apoyo pedagógico incrementa en un 25% las probabilidades de obtener mejores resultados, resaltando la necesidad de fortalecer los recursos

educativos y reducir las desigualdades existentes (Red Ecuatoriana de Pedagogía, 2024).

En la educación secundaria, hoy en día, es fundamental promover el desarrollo cognitivo y la resolución de problemas, dado que la enseñanza tradicional de las matemáticas resulta ser insuficiente. Según Ormaza & Benavides (2022), en los últimos años, el sistema educativo ecuatoriano ha experimentado transformaciones significativas en varios aspectos. No obstante, persisten ineficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje, atribuibles a la falta de modelos, herramientas y técnicas pedagógicas adecuadas (p. 2031).

La educación secundaria juega un papel indiscutible en la formación de los estudiantes, ya que es en esta etapa donde exploran nuevos conocimientos, desarrollan habilidades y adquieren destrezas esenciales para su futuro. Sin embargo, en el nivel de bachillerato se han identificado deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente debido a la falta de modelos tecnológicos adecuados

para la enseñanza de las matemáticas (Arroyo Arroyo, 2024).

Esta carencia limita la capacidad de los docentes para motivar e involucrar a los estudiantes en la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos. A estas dificultades se suman problemas adicionales como la escasa comprensión de nuevos contenidos, la falta de motivación en los estudiantes, la deficiencia en habilidades específicas y el bajo rendimiento académico en general. Según George Reyes (2020), los problemas en el aprendizaje de las matemáticas se originan principalmente en la ausencia de modelos y herramientas apropiadas para la resolución de problemas (p. 3).

En la provincia del Guayas, las unidades educativas han comenzado a implementar nuevos métodos matemáticos para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y, de este modo, contrarrestar diversas falencias presentes en los establecimientos educativos (Vásquez Rodas, 2015). Entre los problemas más comunes se encuentran la dificultad en la

comprensión de conceptos abstractos, la resolución de problemas, así como el desinterés de los estudiantes y la falta de una comunicación efectiva, lo que ha derivado en bajos resultados académicos. Esta situación ha generado dificultades adicionales en la capacidad de adaptación a los avances tecnológicos y científicos. Según Coa-Mamani & Obregón-Ramos (2023), son pocas las instituciones que emplean modelos matemáticos actualizados, lo que implica una ausencia de herramientas digitales clave que permitirían a los estudiantes obtener resultados más adecuados y eficaces (p. 260).

En el cantón Guayaquil, en la parroquia de Chongón, se encuentra la unidad educativa "Nuestra Señora del Rosario de Pompeya", la cual ofrece una educación de calidad, alineada con la planificación del Ministerio de Educación. Sin embargo, en los estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado (BGU), que reciben la asignatura de matemáticas, se han identificado falencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos matemáticos. Estas

deficiencias han sido evidenciadas a través de informes, pruebas pedagógicas y evaluaciones.

Bora & Ahmed (2019), afirman que la modelación matemática no debe ser concebida como un proceso lineal y secuencial, sino como un ciclo continuo que comienza con la observación de fenómenos, datos o situaciones concretas del mundo real, y regresa a ese mismo mundo después de una iteración que implica la reflexión y el ajuste constante de las hipótesis y modelos desarrollados (p. 253).

Este ciclo no solo involucra el uso de herramientas matemáticas, sino también un proceso cognitivo que incluye la interpretación, simplificación y generalización de los datos, de modo que los conceptos se refinan y ajustan a medida que se compara el modelo con la realidad observada. En este sentido, varios autores, como Fernandez Sánchez & Angulo Cruz (2019), Huincahue Arcos et al (2017), y Zaldívar Rojas et al (2017), definen la modelación matemática como un proceso dinámico y flexible que requiere una constante retroalimentación y adaptación, en el que los errores o imprecisiones descubiertos durante

la validación del modelo ofrecen nuevas oportunidades para mejorar la comprensión y representación de los fenómenos estudiados.

Arteaga Valdés et al. (2019) destacan que uno de los programas de asistencia matemática de software libre más populares en los últimos años es GeoGebra, una herramienta desarrollada en Java que es compatible con diversas plataformas. Este software se distingue por su capacidad para dinamizar figuras geométricas, lo que facilita el análisis y la comprensión de cómo cambian sus propiedades y relaciones al modificarlas. Además, GeoGebra permite explorar objetos matemáticos desde distintas perspectivas, integrando una interfaz gráfica con herramientas de cálculo simbólico, una hoja de cálculo y una interfaz algebraica. Esta integración favorece la conexión entre diferentes conceptos matemáticos, promoviendo una comprensión más profunda y significativa del contenido estudiado (p. 103).

En línea con esta idea, Gutiérrez A. et al (2017) afirman que "la tendencia a utilizar las herramientas

tecnológicas disponibles al trabajar matemáticamente refleja la capacidad de los estudiantes para adaptar las funcionalidades de GeoGebra a situaciones de simulación" (p. 62). Esta afirmación resalta cómo los estudiantes no solo dominan la herramienta, sino que también son capaces de emplearla de manera flexible y creativa para abordar problemas matemáticos, lo que refuerza el valor pedagógico de GeoGebra en el proceso de aprendizaje.

El uso de modelos matemáticos, respaldados por tecnologías como GeoGebra, facilita la comprensión de fenómenos complejos y mejora la calidad de la educación matemática. La modelación matemática tiene como objetivo principal la comprensión de estos fenómenos y, en algunos casos, la predicción de su comportamiento futuro. Este proceso no es lineal, sino una construcción dinámica del conocimiento, como señalan Gómez et al. (2015) y Molina-Mora (2017).

La integración de entornos interactivos como GeoGebra refuerza esta metodología, ya que, al ser un software adaptable, permite

representar visualmente los modelos matemáticos. Esto fomenta una mayor participación y comprensión por parte de los estudiantes en el contexto educativo (Cedeño-Alcívar & Rivadeneira-Loor, 2023; Gaona Jiménez & Guerrero Ramírez, 2022). Diversos estudios han demostrado que GeoGebra no solo facilita la actividad cognitiva, sino que también mejora las habilidades de los estudiantes en la modelación matemática, promoviendo un aprendizaje activo (García & Izquierdo, 2017). En este sentido, la combinación de GeoGebra con modelos matemáticos enriquece la experiencia educativa, favoreciendo un aprendizaje significativo en la educación matemática.

El objetivo principal de este estudio es evaluar las percepciones de estudiantes y docentes sobre el uso de GeoGebra como herramienta de modelación matemática. Para ello, se aplicarán entrevistas a los docentes y encuestas de aceptabilidad a los estudiantes, con el propósito de realizar un análisis descriptivo de los resultados obtenidos. Este análisis tiene como fin contribuir a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de los

estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa “Nuestra Señora del Rosario de Pompeya”. La investigación permitirá enriquecer la calidad educativa de este establecimiento mediante el uso de una herramienta tecnológica innovadora, que facilitará la comprensión de nuevos conceptos matemáticos por parte de los estudiantes. Además, para cumplir con el objetivo principal, se analizará la situación actual del proceso de enseñanza-aprendizaje en la materia de matemáticas, se explicarán modelos matemáticos y se evaluará la pertinencia y viabilidad de utilizar el software GeoGebra como herramienta para la enseñanza-aprendizaje del tema de estudio.

El presente estudio tiene como hipótesis lo siguiente: La implementación de GeoGebra como herramienta de modelación matemática mejora las percepciones de los docentes sobre su efectividad en la enseñanza, al mismo tiempo que muestra una alta aceptabilidad entre los estudiantes. Esto sugiere que el uso de esta herramienta no solo contribuye positivamente al proceso de aprendizaje matemático,

sino que también fomenta el interés de los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa "Nuestra Señora del Rosario de Pompeya".

2. Metodología

La investigación adopta un enfoque mixto (Paniagua & Gago, 2017). La muestra está compuesta por 4 docentes y 38 estudiantes, la elección de esta muestra se justifica mediante el uso del muestreo por conveniencia, ya que los participantes fueron seleccionados debido a su accesibilidad y disponibilidad en el contexto educativo específico. Para recolectar datos, se realizaron entrevistas a los docentes y encuestas a los estudiantes, considerando el modelo de aceptación de tecnología (TAM). Este enfoque permite analizar las percepciones de los docentes y estudiantes sobre el uso de la tecnología, proporcionando una visión integral de los factores que influyen en su adopción y aplicación en el entorno educativo.

El modelo de aceptación tecnológica (TAM) busca determinar si los usuarios aceptan o rechazan una

determinada tecnología de información basado en los supuestos de la Teoría de la Acción Razonada y la Teoría del Comportamiento Planeado, proporcionando una base para evaluar la influencia de factores como la percepción de la utilidad y la percepción de la facilidad de uso en la adopción de tecnologías (Ramírez-Correa et al., 2016).

La Utilidad Percibida se refiere al grado en que una persona considera que el uso de un sistema en específico, garantizará una mejoría en el desempeño de sus actividades; y la Facilidad de Uso Percibida indica el grado en que una persona considera fácil de usar un sistema en particular, con lo cual realizará menos esfuerzo para desempeñar sus actividades (Varela, 2004). Estos factores buscan determinar si los usuarios perciben que la tecnología implementada mejora el rendimiento de las actividades de su entorno y el grado en el cual consideran que no requiere mucho esfuerzo su uso (Hidalgo et al., 2019).

El enfoque mixto combina los métodos cualitativo y cuantitativo a lo largo de varias etapas de la investigación, lo que permite la

triangulación de datos. Esta triangulación ofrece una alternativa valiosa para obtener una comprensión más amplia y completa del fenómeno estudiado, al integrar diferentes perspectivas y métodos. En este sentido, el enfoque mixto no solo recolecta y analiza datos de ambos tipos, sino que también los vincula de manera coherente dentro de un mismo estudio o conjunto de investigaciones, con el fin de responder de forma más robusta a las preguntas planteadas (Medina et al., 2013).

Lanuez & Fernández (2014), definen a la entrevista como el método empírico, basado en la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto o los sujetos de estudio, para obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema y Quispe Limaylla (2013), define a la encuesta como una técnica utilizada para recopilar datos directamente de las personas de manera sistemática y estandarizada. Consiste en la aplicación de una serie de preguntas previamente estructuradas, que generalmente se presentan en un formato escrito conocido como cuestionario. Este cuestionario se

administra de forma uniforme a todos los integrantes de un segmento específico de la población.

Los sujetos fueron agrupados según su rol (docentes o estudiantes), y se consideraron variables de conjunción, como el nivel educativo y la experiencia con herramientas tecnológicas, para analizar posibles influencias en las percepciones. Este enfoque mixto en la población permite una comprensión más amplia de las percepciones de ambos grupos respecto al uso de GeoGebra.

El estudio se desarrolló en varias fases secuenciales. En primer lugar, se seleccionaron los participantes: docentes con experiencia en la enseñanza de matemáticas y estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa "Nuestra Señora del Rosario de Pompeya". A continuación, se realizaron entrevistas estructuradas a los docentes para explorar sus percepciones sobre la efectividad de GeoGebra en la enseñanza de las matemáticas. De manera simultánea, se aplicó un cuestionario de encuesta basado en el modelo de aceptación tecnológica (TAM) a los estudiantes, con el fin de evaluar su

experiencia con la herramienta, su nivel de satisfacción y su percepción sobre el impacto de GeoGebra en su aprendizaje. El cuestionario se administró a través de Google Forms.

Se presenta en la Tabla 1 la entrevista aplicada a los docentes, mediante el cual se recopila la información necesaria para la evaluación de la aceptación de la herramienta digital utilizada.

Tabla 1. Entrevista para Docentes

Nº	Preguntas
1	¿Conoce y utiliza GeoGebra como herramienta en sus clases de matemáticas?
2	¿Cómo considera que GeoGebra impacta en la interacción de los estudiantes durante las clases?
3	¿Qué tan importante considera que es la capacitación en GeoGebra para su uso efectivo en el aula?
4	¿En qué aspectos considera que una capacitación adecuada podría mejorar su uso de GeoGebra?
5	¿En su opinión, GeoGebra es una herramienta efectiva para mejorar la enseñanza de las matemáticas?
6	¿Considera que GeoGebra debería ser integrado de manera más amplia en el currículo escolar?
7	¿Qué aspectos adicionales le gustaría mencionar sobre el uso de GeoGebra en su enseñanza?

Nota: Entrevista aplicada para evaluar la percepción de los docentes.

A continuación, se presenta en la Tabla 2 la encuesta de evaluación TAM, utilizada para recopilar la información necesaria para evaluar la aceptación de la herramienta digital empleada a los estudiantes. En esta encuesta, se incluyen preguntas diseñadas para medir el factor de Utilidad Percibida (UP) y afirmaciones para evaluar el factor de Facilidad de Uso Percibida (FUP).

Además, se incorporó la escala de Liker para medir la intensidad de las respuestas, que va desde "Totalmente en desacuerdo" hasta "Totalmente de acuerdo". Esta escala se estructura en cinco niveles: 1) Totalmente en desacuerdo, 2) En desacuerdo, 3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 4) De acuerdo, y 5) Totalmente de acuerdo. Esta gradación permite capturar de manera precisa las

percepciones de los usuarios sobre la herramienta, facilitando una evaluación detallada de la

aceptación de la tecnología en el contexto educativo.

Tabla 2. Encuesta a Estudiantes

Factor	Identificador	Pregunta
Utilidad Percibida (UP)	UP1	¿Consideras que el uso de GeoGebra te ayuda a entender mejor los conceptos de derivadas?
	UP2	¿Piensas que GeoGebra es una herramienta útil para resolver problemas matemáticos relacionados con las derivadas?
	UP3	¿Crees que GeoGebra facilita el análisis de las gráficas de funciones derivadas?
	UP4	¿Percibes que GeoGebra hace más sencillo aprender aplicaciones prácticas de las derivadas en modelos matemáticos?
	UP5	¿Crees que el uso de GeoGebra mejora tu desempeño en el aprendizaje de derivadas?
Factor	Identificador	Pregunta
Facilidad de Uso Percibida (FUP)	FUP1	Aprender a utilizar GeoGebra para trabajar con derivadas fue fácil para mí.
	FUP2	Las herramientas y funciones de GeoGebra son intuitivas y simples de manejar.
	FUP3	Me siento cómodo/a utilizando GeoGebra para explorar y resolver ejercicios de derivadas.
	FUP4	GeoGebra no requiere mucho esfuerzo para realizar cálculos y gráficos relacionados con derivadas.
	FUP5	Las funcionalidades de GeoGebra relacionadas con las derivadas son claras y fáciles de entender.

Nota: Encuesta aplicada para evaluar la percepción de los estudiantes basada en el TAM.

Tomando como referencia la encuesta de la Tabla 2 (basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica TAM) se realizaron encuestas a una población de 38 estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa “Nuestra Señora del Rosario de Pompeya” del periodo académico 2024-2025 lo que representa una muestra válida soportada por la teoría de muestreo no probabilístico por conveniencia (Nogales, 2004). Donde se invitó a

los estudiantes a responder voluntariamente con el objetivo de evaluar las percepciones de estudiantes y docentes sobre el uso de GeoGebra como herramienta de modelación matemática.

El Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) sigue siendo una herramienta clave para analizar la adopción de tecnología en el ámbito educativo. Varios estudios recientes han validado su efectividad en este

contexto. Scherer et al. (2019) confirmaron que TAM es particularmente útil para predecir la aceptación de tecnologías educativas, especialmente cuando la integración digital se vuelve fundamental para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

De igual manera, Peláez (2024) aplicó el modelo en la educación superior, subrayando cómo las percepciones sobre la facilidad de uso y la utilidad percibida influyen de manera significativa en la adopción de plataformas digitales por parte de los estudiantes. Este hallazgo refuerza la importancia de considerar estas dos variables clave dentro de cualquier estrategia de integración tecnológica en las aulas.

Además, Huang et al. (2021) ampliaron el modelo tradicional al incorporar factores sociales y culturales, lo que permitió una comprensión más profunda de las actitudes y el entorno que impactan el uso de la tecnología en la enseñanza. Estos estudios no solo validan el TAM, sino que también enriquecen su aplicación, demostrando cómo el contexto social y cultural puede influir en la

disposición hacia la adopción tecnológica.

En conjunto, estos estudios refuerzan la utilidad del TAM para comprender los factores que facilitan o dificultan la integración tecnológica en la educación, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

No se aplicaron pruebas de significancia estadística, ya que el objetivo principal del estudio era evaluar las percepciones de estudiantes y docentes sobre el uso de GeoGebra como herramienta de modelación matemática, sin buscar generalizaciones estadísticas.

La entrevista se aplicó de forma puntual a cada docente de matemáticas, mientras que la encuesta aplicada a los estudiantes fue de manera virtual por medio de Google Forms. A través de esta encuesta se espera que todos los estudiantes puedan manifestar el grado de aceptación sobre el uso de GeoGebra como herramienta de modelación matemática.

Los experimentos se llevaron a cabo durante un período de dos semanas,

durante el cual se integró GeoGebra en las clases de matemáticas. Se tomaron medidas para controlar factores externos que pudieran influir en los resultados, garantizando condiciones adecuadas para el uso de la herramienta. Finalmente, los datos obtenidos fueron analizados de forma cualitativa y cuantitativa, identificando patrones comunes en las respuestas de ambos grupos, lo que permitió comparar las percepciones de docentes y estudiantes sobre el uso de GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los datos se recopilaron mediante dos técnicas principales: entrevistas estructuradas con los docentes y encuestas de aceptabilidad aplicados a los estudiantes. Las entrevistas se realizaron para obtener una comprensión profunda de las percepciones de los docentes sobre la efectividad de GeoGebra en la enseñanza de las matemáticas, incluyendo las ventajas y desafíos percibidos. Estas entrevistas se llevaron a cabo de forma presencial. Los estudiantes, por su parte, respondieron una encuesta diseñada para medir su experiencia y satisfacción con la herramienta, así

como su percepción sobre cómo influyó en su aprendizaje.

Antes de su implementación final, tanto las entrevistas como las encuestas pasaron por un proceso de prueba piloto con un grupo reducido de participantes para evaluar su claridad y eficacia. Con base en los resultados de estas pruebas, se realizaron ajustes para asegurar que los instrumentos fueran adecuados y precisos. Además, los instrumentos fueron validados mediante la consulta con expertos en educación matemática y en metodología de investigación, lo que garantizó que las herramientas utilizadas midieran correctamente las percepciones de los docentes y estudiantes sobre el uso de GeoGebra.

Las entrevistas a los docentes fueron transcritas y codificadas manualmente, empleando un enfoque inductivo para identificar patrones y temas recurrentes sobre el uso de GeoGebra en la enseñanza de las matemáticas. Este enfoque permitió extraer las percepciones más relevantes de los docentes, facilitando el análisis de su experiencia con la herramienta. En paralelo, las respuestas a las

encuestas de aceptabilidad aplicadas a los estudiantes fueron analizadas mediante métodos estadísticos descriptivos, como frecuencia y porcentaje, para obtener una visión general de sus opiniones.

El análisis descriptivo de las entrevistas permitió una comparación más precisa entre las percepciones de los docentes y las de los estudiantes. Según Lahitte & Sánchez Vázquez (2013), el Análisis Descriptivo es una estrategia metodológica fundamental en investigaciones cualitativas, ya que facilita la interpretación clara de los datos y su conexión con los objetivos del estudio. Esta metodología contribuye a una comprensión más profunda de las distintas perspectivas, permitiendo una evaluación más coherente de los resultados obtenidos.

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos a partir de las entrevistas con los docentes revelan una percepción mayoritariamente positiva acerca del uso de GeoGebra como herramienta

para la modelación matemática. El docente 1 subrayó que la plataforma facilita la visualización dinámica de conceptos matemáticos complejos, lo que mejora la comprensión de los estudiantes. Además, los docentes 2 y 3 señalaron que su integración en el aula favorece una enseñanza más interactiva y participativa, promoviendo un enfoque práctico que conecta los conceptos matemáticos con situaciones reales. No obstante, el docente 4 destacó que, para aprovechar todo el potencial de GeoGebra, es esencial recibir una capacitación adecuada, tanto en aspectos técnicos como pedagógicos. Los cuatro docentes hicieron mención que el proceso de adaptación, tanto para los docentes como para los estudiantes, podría representar un desafío inicial, dado que el dominio pleno de la herramienta requiere tiempo y práctica. A pesar de estos desafíos, los docentes coincidieron en que GeoGebra constituye una herramienta valiosa para enriquecer la enseñanza de las matemáticas y su integración en el currículo escolar.

Tabla 3. Resultados de evaluación TAM

UP	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
UP1	-	-	2,8%	47,2%	50%
UP2	-	-	-	47,2%	52,8%
UP3	-	-	5,6%	44,4%	50%
UP4	-	2,9%	5,7%	57,1%	34,3%
UP5	-	-	2,8%	69,4%	27,8%
FUP	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
FUP1	-	-	25%	50%	25%
FUP2	-	2,8%	13,9%	55,6%	27,8%
FUP3	-	-	8,6%	51,4%	40%
FUP4	-	5,6%	8,3%	41,7%	44,4%
FUP5	-	2,8%	5,6%	44,4%	47,2%

Nota: Porcentajes de los resultados de la encuesta aplicada a estudiantes.

Los resultados muestran un alto nivel de aceptación por parte de los estudiantes hacia el uso de GeoGebra como herramienta para aprender derivadas. En la dimensión de utilidad percibida (UP), la mayoría de las afirmaciones obtuvieron respuestas positivas superiores al 90%, indicando que los estudiantes consideran que GeoGebra les ayuda a comprender mejor los conceptos matemáticos y a relacionarlos con la vida real. La afirmación UP2, relacionada con la relevancia de GeoGebra en la mejora del rendimiento académico, recibió el mayor respaldo con un 100% de respuestas positivas.

En cuanto a la facilidad de uso percibida (FUP), también se observó

una tendencia positiva, aunque ligeramente inferior en comparación con la utilidad percibida. La afirmación FUP1, referente a la facilidad de aprendizaje del software, presentó la proporción más baja de respuestas positivas (75%), sugiriendo que algunos estudiantes enfrentaron pequeñas dificultades iniciales para familiarizarse con GeoGebra.

Estos resultados evidencian que GeoGebra es una herramienta efectiva y bien aceptada por los estudiantes, tanto en términos de su utilidad como de su facilidad de uso, consolidándose como una solución tecnológica adecuada para la enseñanza de matemáticas aplicadas.

El análisis de los resultados obtenidos de la encuesta y entrevista aplicada a estudiantes y docentes respectivamente, en relación con la implementación de la modelación matemática aplicada a las derivadas utilizando GeoGebra refleja una percepción generalmente positiva hacia esta metodología, aunque también destaca áreas de mejora clave.

Los docentes reconocieron la utilidad del software para facilitar la enseñanza de conceptos abstractos, como las derivadas, y destacaron su capacidad para fomentar un aprendizaje activo y participativo en los estudiantes. Además, las respuestas sugieren que GeoGebra también ayuda a los docentes a diseñar lecciones dinámicas e interactivas, alineadas con enfoques pedagógicos constructivistas. Sin embargo, algunos docentes mencionaron que el tiempo de preparación inicial para integrar el software en el currículo puede ser una barrera, especialmente si no cuentan con formación previa en herramientas tecnológicas. Esto coincide con investigaciones como las de Pierce et al. (2010), que resaltan el impacto de las

tecnologías en la mejora de las estrategias pedagógicas.

En el caso de los estudiantes, las respuestas asociadas a la utilidad percibida (UP) muestran que la mayoría considera que el uso de GeoGebra facilita la comprensión de conceptos complejos, como la interpretación gráfica de las derivadas y su aplicación en problemas del mundo real. La capacidad de visualizar las derivadas y explorar interactivamente las pendientes y tangentes genera una experiencia de aprendizaje más práctica y significativa. Sin embargo, una minoría manifestó que estas aplicaciones no siempre fueron claras en los primeros momentos del aprendizaje, sugiriendo la necesidad de guías estructuradas o tutoriales básicos en la etapa inicial de implementación. Estos hallazgos están respaldados por estudios como el de Hohenwarter et al. (2008), que subrayan cómo las herramientas tecnológicas pueden aumentar la motivación y la comprensión en el aprendizaje.

Respecto a la facilidad de uso percibida (FUP), la mayoría de los

estudiantes coincidió en que GeoGebra es una herramienta accesible y fácil de manejar, lo cual disminuye barreras tecnológicas y permite una adopción más rápida en el aula. No obstante, algunos destacaron que el aprendizaje del software requería tiempo extra, lo que podría interferir en su motivación inicial.

Ambos grupos coincidieron en que el uso de GeoGebra fomenta un aprendizaje visual y contextualizado, lo cual mejora la retención y aplicación del conocimiento matemático. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que subrayan el impacto positivo de las tecnologías educativas en la enseñanza de matemáticas avanzadas (Arciniega, 2024; Morales Chicana et al., 2023; Rosado Rosado et al., 2024).

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos de los docentes muestran una percepción positiva hacia el uso de GeoGebra en la enseñanza de modelación matemática aplicada a las derivadas. Los docentes destacaron su utilidad para visualizar conceptos abstractos

y relacionarlos con aplicaciones prácticas, aunque algunos señalaron la necesidad de mayor capacitación.

Por parte de los estudiantes, la aceptación hacia GeoGebra fue alta, especialmente en términos de utilidad percibida, destacando su capacidad para facilitar el aprendizaje y conectar conceptos teóricos con problemas reales. Aunque algunos presentaron dificultades iniciales con su uso, en general, lo consideraron intuitivo y efectivo.

En general, GeoGebra demostró ser una herramienta valiosa para estudiantes y docentes, fortaleciendo la enseñanza y el aprendizaje de derivadas en un contexto aplicado. Este estudio contribuye significativamente al campo de la educación matemática al evidenciar cómo la integración de herramientas tecnológicas como GeoGebra puede potenciar la comprensión conceptual, motivar a los estudiantes y favorecer la conexión entre teoría y práctica. Asimismo, resalta la necesidad de estrategias de formación continua para docentes, con el fin de maximizar el impacto de estas tecnologías en el aula, promoviendo

prácticas pedagógicas innovadoras y efectivas.

Bibliografía

- Arciniega, P. D. B. (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.
- Arroyo Arroyo, M. J. (2024). *Las Tecnologías del Aprendizaje y conocimiento TAC en relación con las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC en el proceso enseñanza aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de Bachillerato*.
- Arteaga Valdés, E., Medina Mendieta, J. F., & del Sol Martínez, J. L. (2019). El Geogebra: Una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Conrado*, 15(70), 102-108.
- Bora, A., & Ahmed, S. (2019). Mathematical Modeling: An Important Tool for Mathematics Teaching. *Online Submission*, 6(2), 252-256.
- Cedeño-Alcívar, J. C., & Rivadeneira-Loor, F. Y. (2023). GeoGebra como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de la Matemática. *MQRInvestigar*, 7(4), 634-649. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.634-649>
- Coa-Mamani, R. E., & Obregón-Ramos, J. V. (2023). Modelación Matemática como Estrategia Didáctica: Una Perspectiva Procedimental de Formación Académica y Científica. *Revista Docentes 2.0*, 16(2), 259-272. <https://doi.org/10.37843/rtd.v16i2.410>
- Fernandez Sánchez, O., & Angulo Cruz, M. (2019). El proceso de modelación en clase de matemática. *Scientia et technica*, 24(1), 96. <https://doi.org/10.22517/23447214.17261>
- Gaona Jiménez, S. M., & Guerrero Ramírez, S. L. (2022). GeoGebra para el aprendizaje de modelación matemática en ingeniería: Estudio de caso (modalidad en línea). *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1228>
- García, J. G. J., & Izquierdo, S. J. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas.

Revista electrónica sobre tecnología, educación y sociedad, 4(7).

George Reyes, C. E. (2020). Reducción de obstáculos de aprendizaje en matemáticas con el uso de las TIC. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, 1-16.

https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.697

Gómez, J. A. P., Sánchez, Z. C. N., & Colmenares, C. A. G. (2015). Modelación matemática y GEOGEBRA en el desarrollo de competencias en jóvenes investigadores. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 7(1), 65-70.

Gutiérrez A., R. E., Prieto G., J. L., & Ortiz Buitrago, J. (2017). Matematización y trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Educacion Matematica*, 29(2), 37-68. <https://doi.org/10.24844/EM2902.02>

Heredia, V. (2018). Resultados de la evaluación PISA-D plantean varios retos en educación. *EL COMERCIO*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/resultados-evaluacion-pisa-retos-educacion.html>

HIDALGO, J., VASQUEZ, M., BRAVO, L., BURGOS, F., & VARGAS, Y. (2019). Modelo

de aceptación de tecnología TAM en NextCloud. Caso de estudio Escuela Computación e Informática. *Revista Espacios*, 40(21).

Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). *Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra*.

Huang, F., Teo, T., & Guo, J. (2021). Understanding English teachers' non-volitional use of online teaching: A Chinese study. *System*, 101, 102574. <https://doi.org/10.1016/j.system.2021.102574>

Huincahue Arcos, J., Borromeo-Ferri, R., & Mena-Lorca, J. J. F. (2017). El conocimiento de la modelación matemática desde la reflexión en la formación inicial de profesores de matemática. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 99-115. <https://doi.org/10.5565/rev/en-ciencias.2277>

Lahitte, H. B., & Sánchez Vázquez, M. J. (2013). Tratamiento de resultados en diseños cualitativos: La aplicación del Análisis Descriptivo. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 3(2).

- Lanuez, M., & Fernández, E. (2014). Metodología de la investigación educativa. CD-ROM). IPLAC, La Habana, Cuba.
- Medina, M. I. R., Quintero, M. del S. B., & Valdez, J. C. R. (2013). El enfoque mixto de investigación en los estudios fiscales. *Tlatemoani: revista académica de investigación*, 13, 8.
- Molina-Mora, J. A. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. *Uniciencia*, 31(2), 19. <https://doi.org/10.15359/ru.31-2.2>
- Morales Chicana, L., Zuta Velayarse, L. M., Solis Trujillo, B. P., Fernández Otoyá, F. A., & García González, M. (2023). El uso del Software GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Referencia Pedagógica*, 11(1), 2-13.
- Nogales, Á. F. (2004). *Investigación y técnicas de mercado*. Esic Editorial.
- Ormaza, H. C., & Benavides, N. C. C. (2022). La educación en Ecuador, retos y perspectivas. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(8), 2030-2045.
- Paniagua, W. G. C., & Gago, D. O. (2017). Estudio de estrategias cognitivas, metacognitivas y socioemocionales: Su efecto en estudiantes. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 84, 557-576.
- Peláez, D. P. (2024). Percepción estudiantil en relación al uso de la plataforma virtual E-Campus desde la perspectiva del modelo de aceptación de la tecnología/Pág. 43-67. *Revista Mundo Financiero*, 5(15), 43-67.
- Pierce, R., Stacey, K., & Bardini, C. (2010). Linear functions: Teaching strategies and students' conceptions associated with $y = mx + c$. *Pedagogies: An International Journal*, 5(3), 202-215. <https://doi.org/10.1080/1554480X.2010.486151>
- Quispe Limaylla, A. (2013). *El uso de la encuesta en las ciencias sociales*. Ediciones Díaz de Santos.
- RAMÍREZ-CORREA, P., ALFARO-PERÉZ, J., & DURAND-ALEGRE, P. (2016). Aceptación y uso de los sitios web de transparencia gubernamental: Un estudio empírico en Chile. *Revista ESPACIOS* Vol. 37 (Nº 01) Año 2016.
- Red Ecuatoriana de Pedagogía. (2024). *Presentación de los*

- resultados de la evaluación Ser Estudiante 2023. <https://unirep.edu.ec/ser-estudiante-2023/>
- Rosado Rosado, K. J., Acaro Lapo, G. P., Cárdenas Chicaiza, E. V., & Valencia Nuñez, E. R. (2024). Efectividad del uso de la aplicación GeoGebra en la resolución de problemas con números racionales. *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9(40).
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13-35. <https://doi.org/10.1016/j.comp.edu.2018.09.009>
- Varela, L. A. Y. (2004). Modelo de aceptación tecnológica (TAM) para determinar los efectos de las dimensiones de cultura nacional en la aceptación de las TIC. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, 14(1), 131-171.
- Vásquez Rodas, A. C. (2015). *Educación de calidad estrategias para alcanzar en la Unidad Educativa República de Alemania del Cantón Naranjal*.
- Zaldívar Rojas, J. D., Quiroz Rivera, S. A., & Medina Ramírez, G. (2017). La modelación matemática en los procesos de formación inicial y continua de docentes. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 8(15), 87-110.