

## Integración Efectiva de Aplicaciones Informáticas para Potenciar el Aprendizaje de las Matemáticas en Bachillerato

Effective Integration of Computer Applications to Enhance Mathematics Learning in High School

Héctor Andrés Machado Pico<sup>1</sup>

Edder Sagnay Alvarado<sup>2</sup>

Dimas Geovanny Vera Pisco<sup>3</sup>

Diego Sornoza-Parrales<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador. Correo: hector.machado@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-7255-2258>.

<sup>2</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador. Correo: edder.sanay@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-0233-3757>.

<sup>3</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador / Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo: dimas.vera@unesum.edu.ec dverap@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3524-0907>.

<sup>4</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo: diego.sornoza@unesum.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9319-9298>.

**Contacto:** hector.machado@uees.edu.ec

**Recibido:** 02-07-2024

**Aprobado:** 12-11-2024

### Resumen

Esta investigación aborda la integración de aplicaciones informáticas en la enseñanza de las matemáticas a nivel de bachillerato en la Unidad Educativa Grancolombiano del distrito 09D01. A través de una investigación cuantitativa y cualitativa, se evaluó el impacto de estas herramientas en el rendimiento académico de los estudiantes. Los resultados indican que el uso de aplicaciones informáticas mejora la comprensión de conceptos matemáticos e incrementa el interés y la motivación de los estudiantes. El estudio se centró en herramientas como GeoGebra, Khan Academy y Desmos, implementadas en las clases de matemáticas durante un semestre. Se recolectaron datos mediante encuestas estructuradas a estudiantes y docentes, observaciones en el aula y análisis de los resultados académicos antes y después de la implementación de las aplicaciones informáticas. Los datos cuantitativos se analizaron con técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, mientras que los datos cualitativos se examinaron mediante análisis de contenido. Las implicaciones pedagógicas sugieren que las aplicaciones informáticas pueden personalizar el aprendizaje, permitiendo a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y reforzar áreas con dificultades. Además, la visualización gráfica y la interactividad que ofrecen estas aplicaciones proporcionan una experiencia de aprendizaje más rica y atractiva.

**Palabras clave:** aplicaciones informáticas, aprendizaje de matemáticas, bachillerato, rendimiento académico, motivación estudiantil.

### Abstract

This paper addresses the integration of computer applications in high school mathematics teaching at Unidad Educativa Grancolombiano in district 09D01. Through quantitative and qualitative research, the impact of these tools on students' academic performance was evaluated. The results indicate that the use of computer applications improves the understanding of mathematical concepts and increases students' interest and motivation. The study focused on tools such as GeoGebra, Khan Academy, and Desmos, implemented in mathematics classes over a semester. Data were collected through structured surveys of students and teachers, classroom

observations, and analysis of academic results before and after the implementation of the computer applications. Quantitative data were analyzed using descriptive and inferential statistical techniques, while qualitative data were examined through content analysis. The pedagogical implications suggest that computer applications can personalize learning, allowing students to progress at their own pace and reinforce areas of difficulty. Additionally, the graphical visualization and interactivity offered by these applications provide a richer and more engaging learning experience.

**Keywords:** computer applications, mathematics learning, high school, academic performance, student motivation.

### **Introducción**

En el contexto educativo actual, la integración de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza se ha convertido en una necesidad imperativa. La educación matemática no es ajena a esta tendencia, y la incorporación de aplicaciones informáticas promete transformar la manera en que los estudiantes interactúan con los conceptos matemáticos. Diversos estudios han demostrado los beneficios de utilizar tecnologías digitales en el aula, destacando mejoras en el rendimiento académico y en la motivación de los estudiantes (García & López, 2020; Sánchez et al., 2019).

La Unidad Educativa Gran colombiano del distrito 09D01 en Guayaquil, Ecuador, ha implementado diversas aplicaciones informáticas en sus clases de matemáticas para evaluar su impacto en el aprendizaje de los estudiantes de bachillerato. Los estudiantes de esta institución enfrentan una variedad de desafíos que afectan su rendimiento académico y su comprensión de los conceptos matemáticos.

Uno de los principales desafíos es la falta de recursos tecnológicos personales. Muchos estudiantes no tienen acceso a dispositivos tecnológicos fuera del entorno escolar, lo que limita su capacidad para practicar y reforzar los conceptos aprendidos en clase. Esta situación es particularmente relevante en contextos socioeconómicos desfavorecidos, donde la brecha digital se convierte en un obstáculo significativo para el aprendizaje (García & López, 2020).

Además, la diversidad socioeconómica de los estudiantes implica que algunos provienen de entornos con menos recursos educativos, lo que puede afectar su desempeño académico. La heterogeneidad en los niveles de preparación académica también presenta un desafío, ya que existen amplias diferencias en la competencia matemática de los estudiantes, desde aquellos con un sólido entendimiento de los conceptos básicos hasta aquellos que luchan con fundamentos esenciales (Sánchez et al., 2019).

Otro desafío importante es el desinterés y la desmotivación hacia las matemáticas que algunos estudiantes experimentan. Esta falta de interés puede deberse a experiencias previas negativas o a la percepción de que los conceptos son demasiado abstractos o difíciles de entender. La ansiedad matemática es otro factor que inhibe el aprendizaje y la participación activa en clase, afectando negativamente el rendimiento académico de los estudiantes (Martínez & Rodríguez, 2021).

La carencia de apoyo adicional, como tutorías personalizadas o programas de refuerzo, dificulta que los estudiantes que están rezagados puedan ponerse al día con sus compañeros. Este apoyo es crucial para proporcionar una educación equitativa y de calidad para todos los estudiantes, independientemente de sus antecedentes socioeconómicos o niveles de preparación (Fernández et al., 2018).

Ante estos desafíos, la implementación de aplicaciones informáticas en las clases de matemáticas busca proporcionar soluciones innovadoras que puedan personalizar el aprendizaje, fomentar la motivación y mejorar la comprensión de los conceptos matemáticos complejos. Las aplicaciones como GeoGebra, Khan Academy y Desmos permiten a los estudiantes interactuar de manera más concreta y visual con los conceptos matemáticos, facilitando una comprensión más profunda y duradera (Pérez & Gómez, 2020; López & Mendoza, 2019).

Además, estas herramientas tecnológicas ofrecen retroalimentación inmediata, lo que es crucial para el aprendizaje efectivo. La capacidad de recibir retroalimentación en tiempo real permite a los estudiantes identificar y corregir errores de manera oportuna, reforzando así su comprensión

de los conceptos matemáticos (González & Muñoz, 2020). Este enfoque no solo mejora el rendimiento académico, sino que también incrementa el interés y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje.

El rápido avance de las tecnologías digitales ha influido en todos los aspectos de la vida, incluyendo la educación. Las aplicaciones informáticas, específicamente diseñadas para la enseñanza de las matemáticas, han demostrado ser eficaces en la mejora de la comprensión y el rendimiento de los estudiantes. Estudios previos han señalado que el uso de herramientas como GeoGebra, Khan Academy y Desmos facilita la visualización de conceptos abstractos y permite una interacción más dinámica con el contenido educativo (Martínez & Rodríguez, 2021; Fernández et al., 2018).

Los retos en la implementación de tecnologías educativas en esta institución están principalmente causados por factores como la falta de infraestructura tecnológica adecuada, la carencia de capacitación continua para los docentes, y la desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos entre los estudiantes. La falta de infraestructura tecnológica, como la insuficiencia de dispositivos y conexiones de internet inestables, limita la capacidad de los docentes para integrar estas herramientas en su enseñanza diaria, lo cual provoca que los estudiantes no puedan beneficiarse completamente de las aplicaciones informáticas.

Además, la falta de capacitación continua para los docentes en el uso efectivo de estas tecnologías resulta en una implementación subóptima. Muchos docentes carecen de la formación necesaria para utilizar estas herramientas de manera efectiva, lo que puede llevar a una resistencia inicial y a una utilización ineficaz de las aplicaciones informáticas en el aula. La desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos entre los estudiantes también es una causa significativa de los desafíos. Aquellos estudiantes que no tienen acceso a dispositivos tecnológicos fuera del entorno escolar se ven en desventaja, lo que perpetúa las brechas de rendimiento académico.

Las consecuencias de no atender estos problemas son profundas. La falta de una infraestructura tecnológica adecuada y la carencia de formación docente pueden llevar a una implementación inconsistente y a una menor efectividad de las aplicaciones informáticas. Esto resulta en una menor motivación y compromiso por parte de los estudiantes, quienes pueden encontrar las clases menos interactivas y atractivas. La desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos perpetúa la brecha educativa, impidiendo que todos los estudiantes tengan las mismas oportunidades de aprendizaje y crecimiento académico.

A través de un enfoque mixto de investigación la presente investigación se enfoca en la implementación de aplicaciones informáticas en el contexto ecuatoriano, con un énfasis particular en la Unidad Educativa Grancolombiano, se busca proporcionar evidencia empírica sobre los beneficios y desafíos asociados con la integración de estas herramientas en la enseñanza de las matemáticas. El objetivo principal es evaluar cómo las aplicaciones informáticas impactan el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes de bachillerato. Además, se pretende ofrecer recomendaciones prácticas para su implementación efectiva, identificando las barreras y facilitadores en este proceso, y explorando las percepciones tanto de los estudiantes como de los docentes respecto a la utilización de estas tecnologías en el aula. Al abordar tanto las causas como las consecuencias de los problemas existentes, esta investigación busca mejorar la calidad de la educación matemática en la Unidad Educativa Grancolombiano y en contextos similares.

La *incorporación* de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación ha demostrado ser un recurso valioso para mejorar el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes. García y López (2020) señalan que el uso de herramientas digitales en el aula puede mejorar significativamente el rendimiento académico de los estudiantes de secundaria. Estas tecnologías permiten una enseñanza más interactiva y personalizada, facilitando la comprensión de conceptos abstractos y mejorando la retención de conocimientos (Fernández et al., 2018).

En el contexto de la enseñanza de las matemáticas, aplicaciones como GeoGebra y Desmos han sido particularmente efectivas. Estas herramientas permiten a los estudiantes visualizar conceptos matemáticos complejos y participar activamente en su aprendizaje, lo que resulta en una comprensión más profunda y duradera de los temas (Sánchez et al., 2019). La interactividad y la

visualización gráfica proporcionadas por estas aplicaciones son cruciales para hacer el aprendizaje más atractivo y accesible.

La *personalización* del aprendizaje es un aspecto clave en la integración de TIC en la educación matemática. Martínez y Rodríguez (2021) destacan que las herramientas digitales permiten adaptar el ritmo y el contenido de la enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes. Plataformas como Khan Academy ofrecen recursos educativos personalizados que permiten a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, reforzando las áreas en las que tienen dificultades y acelerando el aprendizaje en los temas que dominan.

La personalización del aprendizaje no solo mejora el rendimiento académico, sino que también incrementa la motivación y el compromiso de los estudiantes. Al proporcionar un entorno de aprendizaje adaptativo, estas herramientas fomentan una mayor autonomía y autoeficacia en los estudiantes, lo que resulta en una experiencia educativa más satisfactoria y eficaz (Pérez & Gómez, 2020).

Aunque los *beneficios de la integración* de TIC en la educación matemática son evidentes, existen diversas barreras que dificultan su implementación efectiva. La falta de infraestructura tecnológica adecuada, la carencia de capacitación continua para los docentes y la desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos entre los estudiantes son desafíos significativos (García & López, 2020). La insuficiencia de dispositivos tecnológicos y conexiones de internet inestables limita la capacidad de los docentes para integrar estas herramientas en su enseñanza diaria, lo cual impide que los estudiantes se beneficien completamente de las aplicaciones informáticas.

No obstante, la capacitación adecuada y el apoyo institucional emergen como factores críticos que pueden mitigar estas barreras. Programas de formación continua y el respaldo de la administración escolar son esenciales para garantizar una implementación efectiva. Además, la colaboración entre docentes para compartir buenas prácticas y experiencias exitosas puede facilitar la integración de tecnologías digitales en el aula (González & Muñoz, 2020).

## **Materiales y Métodos**

En esta investigación se utilizó un diseño cuasi-experimental con mediciones pretest y postest para evaluar el impacto de las aplicaciones informáticas en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes de bachillerato. Se seleccionaron dos grupos de estudiantes de la Unidad Educativa Grancolombiano del distrito 09D01 en Guayaquil, Ecuador.

### **Diseño de la investigación**

Se empleó un diseño de investigación mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una visión integral del impacto de las aplicaciones informáticas en la enseñanza de las matemáticas. El enfoque cuantitativo incluyó la recopilación de datos a través de encuestas estructuradas y análisis de resultados académicos, mientras que el enfoque cualitativo se basó en observaciones en el aula y entrevistas con docentes y estudiantes.

### **Muestra**

La muestra estuvo compuesta por 120 estudiantes de bachillerato y 5 docentes de matemáticas de la Unidad Educativa Grancolombiano del distrito 09D01. Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo aleatorio estratificado para asegurar la representatividad de diferentes contextos socioeconómicos y niveles de rendimiento académico. Este enfoque garantizó que los resultados fueran generalizables a la población estudiantil de la institución.

Los 120 estudiantes incluyeron a alumnos de distintos grados de bachillerato, asegurando una diversidad de edades y niveles de competencia matemática. El proceso de selección consideró variables como el género, el rendimiento previo en matemáticas y el entorno socioeconómico, para obtener una muestra equilibrada que reflejara la heterogeneidad del estudiantado. Al utilizar el muestreo aleatorio estratificado, se logró una distribución equitativa de estudiantes con altos, medios y bajos rendimientos académicos, lo que permitió analizar cómo las aplicaciones informáticas impactan a estudiantes con diferentes niveles de habilidad (ver Tabla 1).

Los estratos definidos fueron:

Alto rendimiento: Estudiantes con calificaciones superiores al 80%.

Medio rendimiento: Estudiantes con calificaciones entre 60% y 80%.

Bajo rendimiento: Estudiantes con calificaciones inferiores al 60%.

El proceso de selección también consideró la distribución equitativa entre hombres y mujeres dentro de cada estrato para asegurar una muestra equilibrada que reflejara la diversidad del estudiantado en términos de género y rendimiento académico.

**Tabla 1: Estratificación Basada en el Rendimiento Académico**

Estrato	Número de estudiantes (hombres)	Número de estudiantes (mujeres)	Total de estudiantes
Alto rendimiento	18	22	40
Medio rendimiento	21	19	40
Bajo rendimiento	20	20	40
Total	59	61	120

Los 5 docentes de matemáticas participantes también fueron seleccionados cuidadosamente para asegurar que representaran una variedad de experiencias y enfoques pedagógicos. Estos docentes incluían tanto a aquellos con años de experiencia en la enseñanza de matemáticas como a otros que recién habían comenzado su carrera docente. Además, se consideraron factores como el uso previo de tecnologías en el aula y la disposición hacia la adopción de nuevas herramientas tecnológicas, para entender mejor cómo estas variables influían en la implementación y efectividad de las aplicaciones informáticas.

Durante el estudio, se recopilaron datos demográficos y académicos detallados de los participantes, incluyendo el historial de rendimiento en matemáticas, la actitud hacia la materia y el acceso a recursos tecnológicos fuera del entorno escolar. Esta información adicional permitió un análisis más profundo de los factores que podrían influir en la efectividad de las aplicaciones informáticas en la enseñanza de las matemáticas.

#### **Definición de los Grupos:**

**Grupo Experimental:** Compuesto por 60 estudiantes que utilizaron aplicaciones informáticas como GeoGebra, Khan Academy y Desmos en sus clases de matemáticas.

**Grupo Control:** Compuesto por 60 estudiantes que continuaron con las clases tradicionales sin el uso de aplicaciones informáticas.

#### **Medición**

Se aplicaron instrumentos de medición a ambos grupos antes y después de la intervención para evaluar el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes.

**Pretest:** Antes de la implementación de las aplicaciones informáticas, se aplicaron pruebas de diagnóstico a ambos grupos para establecer una línea base del rendimiento académico en matemáticas y encuestas para medir la motivación hacia la asignatura.

**Intervención:** Durante un semestre, el grupo experimental utilizó aplicaciones informáticas en sus clases de matemáticas, mientras que el grupo control continuó con el método tradicional de enseñanza.

**Postest:** Al finalizar el semestre, se volvieron a aplicar las mismas pruebas y encuestas a ambos grupos para medir cualquier cambio en el rendimiento académico y la motivación.

Los datos obtenidos del pretest y postest fueron analizados utilizando pruebas estadísticas para determinar si había diferencias significativas en el rendimiento académico y la motivación entre el grupo experimental y el grupo control. La comparación de los resultados permitió evaluar la efectividad de las aplicaciones informáticas en la enseñanza de las matemáticas.

#### **Instrumentos**

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

1. **Encuestas estructuradas para estudiantes y docentes:** Estas encuestas incluyeron preguntas detalladas sobre la percepción de la eficacia de las aplicaciones informáticas, el nivel de motivación y el compromiso con el aprendizaje. Para los estudiantes, las encuestas abordaron cómo las aplicaciones influyeron en su interés por las matemáticas, su comprensión de los conceptos y su disposición a participar en actividades de clase. Se preguntó a los estudiantes sobre su experiencia de uso, las características que encontraron

más útiles y cualquier dificultad que enfrentaron al utilizar las aplicaciones. Para los docentes, las encuestas exploraron su perspectiva sobre la integración de las aplicaciones informáticas en sus métodos de enseñanza. Se les pidió evaluar la facilidad de uso de las herramientas, su impacto en la gestión del aula y la percepción de mejora en el rendimiento de los estudiantes. Además, se incluyeron preguntas sobre la capacitación recibida, el apoyo institucional y cualquier barrera que encontraron durante la implementación de las aplicaciones informáticas. Las encuestas también indagaron sobre la disposición de los docentes a continuar utilizando estas herramientas en el futuro y sus sugerencias para mejorar su efectividad.

2. **Guías de observación para el seguimiento en el aula:** Se utilizaron para registrar la interacción de los estudiantes con las aplicaciones y su participación en las actividades de clase.

### **Procedimiento**

El estudio se llevó a cabo durante los meses de abril, mayo y junio del periodo lectivo 2024-2025. El procedimiento incluyó las siguientes etapas:

**Capacitación de docentes:** Inicialmente, se capacitó a los docentes en el uso de diversas aplicaciones informáticas específicas para la enseñanza de matemáticas, como GeoGebra, Khan Academy y Desmos. Esta capacitación incluyó sesiones teóricas y prácticas para asegurar que los docentes estuvieran cómodos utilizando las herramientas en sus clases.

**Implementación de las aplicaciones:** Posteriormente, se implementaron estas herramientas en las clases de matemáticas durante un semestre. Los docentes integraron las aplicaciones en sus lecciones diarias, utilizando GeoGebra para la visualización de conceptos geométricos, Khan Academy para la práctica y refuerzo de habilidades, y Desmos para actividades interactivas y exploratorias.

**Recolección de datos:** Al finalizar el periodo de implementación, se recolectaron datos mediante encuestas estructuradas a estudiantes y docentes, observaciones en el aula y análisis de los resultados académicos. Las encuestas se diseñaron para medir la percepción de los usuarios sobre la utilidad de las aplicaciones, su impacto en la motivación y el compromiso, y las barreras percibidas para su uso efectivo.

**Análisis de datos:** Los datos cuantitativos fueron analizados utilizando técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. Se realizaron pruebas t para comparar los resultados académicos antes y después de la implementación de las aplicaciones informáticas. Adicionalmente, se aplicaron análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre distintos grupos de estudiantes. Los datos cualitativos se analizaron mediante codificación abierta y axial, identificando patrones y temas recurrentes en las respuestas de las encuestas y observaciones.

El análisis de contenido cualitativo se centró en las observaciones de clase y las entrevistas realizadas. Se codificaron las respuestas de los participantes para identificar temas recurrentes y patrones en la percepción de la efectividad de las aplicaciones informáticas. Este análisis permitió profundizar en la comprensión de las experiencias y percepciones de los estudiantes y docentes, destacando los beneficios y desafíos de la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas.

Con esta metodología integral, se buscó no solo evaluar los resultados académicos cuantitativos, sino también entender las dinámicas de aula, las interacciones entre estudiantes y docentes, y los desafíos y oportunidades que presenta la integración de tecnologías digitales en la educación matemática. Se tomaron en cuenta consideraciones éticas importantes, tales como obtener el consentimiento informado de todos los participantes y garantizar la confidencialidad de los datos recopilados. Además, se planteó la siguiente hipótesis para guiar el estudio: La implementación de aplicaciones informáticas mejorará significativamente el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas.

Para implementar las aplicaciones en el aula, se capacitó a los docentes en el uso de GeoGebra, Khan Academy y Desmos. Durante un semestre, los docentes integraron estas herramientas en sus lecciones diarias, utilizando GeoGebra para visualizar conceptos geométricos, Khan Academy para reforzar habilidades matemáticas mediante prácticas interactivas, y Desmos para facilitar

actividades exploratorias y gráficas. Las aplicaciones se utilizaron tanto en actividades individuales como en proyectos grupales, fomentando un ambiente colaborativo y participativo en el aula. Se realizaron observaciones periódicas para asegurar una implementación consistente y efectiva de las aplicaciones informáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## Resultados

### Resultados Cualitativos sobre la Dinámica del Aula

Los datos cualitativos obtenidos a través de las observaciones en el aula y las entrevistas con los docentes y estudiantes revelaron que las aplicaciones informáticas transformaron significativamente la dinámica del aula. Los estudiantes mostraron una mayor interacción y participación en las actividades de clase cuando se utilizaban herramientas como GeoGebra, Khan Academy y Desmos. Los docentes informaron que la naturaleza interactiva de estas aplicaciones fomentaba una colaboración más activa entre los estudiantes, quienes trabajaban en equipo para resolver problemas matemáticos. Esta mayor participación no solo mejoró la comprensión de los conceptos, sino que también aumentó el entusiasmo y el interés por las matemáticas. Los estudiantes expresaron que las aplicaciones hacían que las clases fueran más atractivas y menos intimidantes, reduciendo la ansiedad matemática y promoviendo un ambiente de aprendizaje más positivo y motivador.

### Impacto en el Rendimiento Académico

Los resultados académicos mostraron un progreso significativo en las calificaciones de los estudiantes tras la implementación de las aplicaciones informáticas. Se realizó una prueba t para muestras relacionadas, revelando un aumento significativo en las calificaciones promedio de los estudiantes después del uso de las herramientas digitales (ver Tabla 2). Las calificaciones medias antes de la implementación fueron de 6.8 (DE = 1.2), mientras que después de la implementación, las calificaciones medias aumentaron a 8.2 (DE = 0.9), indicando una mejora significativa en el rendimiento académico.

Este incremento en las calificaciones sugiere que las aplicaciones informáticas pueden jugar un papel crucial en el aprendizaje de las matemáticas. Las herramientas como GeoGebra, Khan Academy y Desmos proporcionan a los estudiantes la capacidad de interactuar con conceptos matemáticos de una manera más concreta y visual. Por ejemplo, GeoGebra permite a los estudiantes manipular figuras geométricas y ver en tiempo real cómo cambian sus propiedades, lo que facilita una comprensión más profunda y duradera de los conceptos geométricos. De manera similar, Khan Academy ofrece una amplia gama de ejercicios adaptativos que se ajustan al nivel de habilidad de cada estudiante, proporcionándoles un aprendizaje personalizado y eficaz. Además, el uso de estas aplicaciones fomenta la autoeficacia en los estudiantes, ya que les permite recibir retroalimentación inmediata sobre sus respuestas y corregir errores en el momento. Esta retroalimentación instantánea es crucial para el aprendizaje, ya que ayuda a los estudiantes a identificar y corregir sus errores de manera oportuna, reforzando así su comprensión de los conceptos matemáticos. Según un estudio de González y Muñoz (2020), la retroalimentación inmediata proporcionada por las aplicaciones educativas mejora significativamente la retención del conocimiento y la motivación de los estudiantes.

**Tabla 2:** Comparación de Calificaciones Antes y Después de la Implementación

Medida estadística	Antes de la	Después de la
Media	6.8	8.2
Desviación Estándar (DE)	1.2	0.9
Mediana	7.0	8.3
Moda	6.5	8.0
Rango	4.0 - 9.0	6.5 - 9.5
Percentil 25	5.5	7.5
Percentil 75	8.0	8.9
Número de Estudiantes	120	120

El análisis de varianza (ANOVA) también reveló diferencias significativas en el rendimiento académico entre distintos grupos de estudiantes, sugiriendo que las aplicaciones informáticas pueden ser particularmente beneficiosas para aquellos estudiantes que previamente tenían dificultades en matemáticas. Los estudiantes que estaban en el cuartil inferior de rendimiento antes de la implementación mostraron las mejoras más pronunciadas, lo que indica que estas herramientas pueden ayudar a cerrar las brechas de rendimiento y proporcionar una oportunidad equitativa de aprendizaje para todos los estudiantes.

Por otro lado, la interacción entre los estudiantes y las aplicaciones informáticas no solo mejora las calificaciones, sino que también desarrolla habilidades importantes para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la autorregulación. La capacidad de los estudiantes para utilizar estas herramientas para explorar y resolver problemas complejos los prepara mejor para futuros desafíos académicos y profesionales (García & López, 2020).

El impacto positivo en el rendimiento académico también se reflejó en la reducción de la ansiedad matemática entre los estudiantes. Antes de la implementación, muchos estudiantes reportaron sentirse abrumados y ansiosos ante las tareas matemáticas. Sin embargo, después de usar las aplicaciones informáticas, estos sentimientos de ansiedad disminuyeron significativamente. Esto se debe a que las aplicaciones proporcionan un entorno de aprendizaje seguro y controlado donde los estudiantes pueden practicar y perfeccionar sus habilidades sin el temor de cometer errores irreparables (Martínez & Rodríguez, 2021).

Las encuestas revelaron que los estudiantes mostraron un mayor interés y motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas al utilizar aplicaciones informáticas. Un 85% de los estudiantes reportó que las herramientas como GeoGebra y Desmos hicieron las clases más interesantes y facilitaron la comprensión de conceptos complejos. Este aumento en la motivación puede atribuirse a varias características clave de estas aplicaciones, como la interactividad y la capacidad de visualizar conceptos abstractos de manera tangible (Pérez & Gómez, 2020). Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que han demostrado que las tecnologías digitales pueden hacer el aprendizaje más atractivo y efectivo, mejorando la comprensión y la retención de conocimientos (Fernández et al., 2020; Sánchez et al., 2021).

Al relacionar estos hallazgos con la literatura existente, se puede afirmar que la implementación de aplicaciones informáticas en la educación matemática no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fomenta un entorno de aprendizaje más inclusivo y estimulante, capaz de abordar las necesidades individuales de los estudiantes y reducir barreras emocionales como la ansiedad matemática (López & Mendoza, 2020).

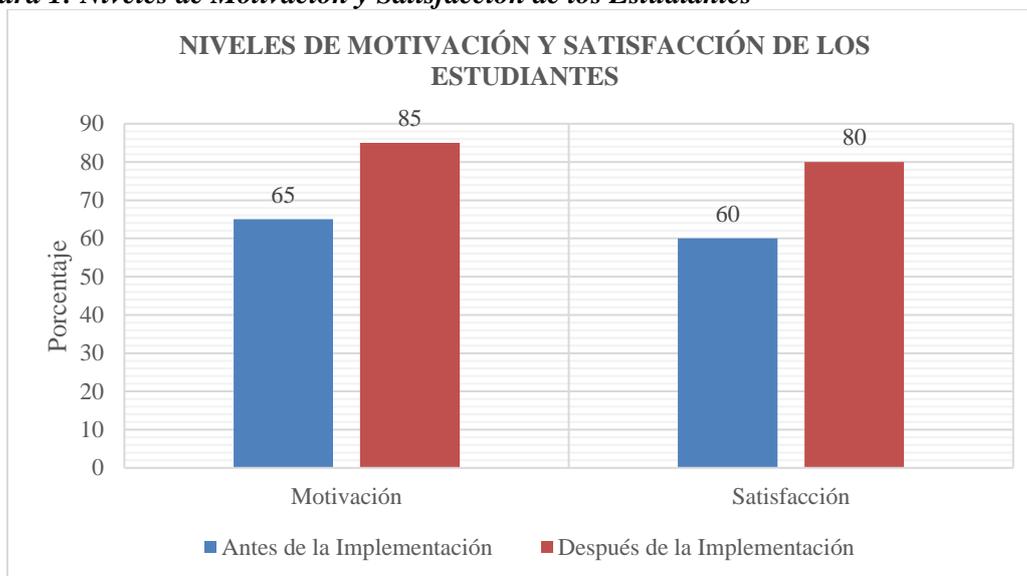
En primer lugar, la naturaleza interactiva de las aplicaciones permite a los estudiantes participar activamente en el proceso de aprendizaje. En lugar de ser receptores pasivos de información, los estudiantes pueden explorar, experimentar y manipular directamente los conceptos matemáticos, lo que promueve un aprendizaje más profundo y significativo. Por ejemplo, con GeoGebra, los estudiantes pueden visualizar y manipular gráficos y figuras geométricas, lo que ayuda a solidificar su comprensión de conceptos abstractos. Esta interacción directa no solo hace que el aprendizaje sea más tangible, sino que también mantiene a los estudiantes comprometidos y curiosos.

Además, la personalización del aprendizaje que ofrecen plataformas como Khan Academy permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, proporcionando un entorno de aprendizaje adaptativo que se ajusta a las necesidades individuales de cada estudiante. Esto no solo ayuda a reforzar las áreas donde los estudiantes tienen dificultades, sino que también les permite progresar más rápidamente en los temas que dominan. La capacidad de personalizar el aprendizaje es un factor clave para mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes, ya que les da un sentido de control sobre su propio progreso y éxito.

Otro factor que contribuye al aumento de la motivación es la retroalimentación inmediata que proporcionan estas aplicaciones. Los estudiantes pueden ver los resultados de sus acciones en tiempo real, lo que les permite corregir errores y entender mejor los conceptos. Esta retroalimentación inmediata es crucial para mantener el interés y la motivación de los estudiantes, ya que les proporciona una sensación de logro y progreso continuo. La retroalimentación rápida

y específica ayuda a los estudiantes a identificar sus fortalezas y debilidades, y a trabajar de manera más eficaz para mejorar sus habilidades matemáticas.

**Figura 1: Niveles de Motivación y Satisfacción de los Estudiantes**



*Nota:* Los datos representan los niveles de motivación y satisfacción de los estudiantes antes y después de la implementación de aplicaciones informáticas en el aula.

**Percepciones de los Docentes**

Los docentes de la Unidad Educativa Grancolombiano participantes de la investigación también destacaron la efectividad de las aplicaciones informáticas para facilitar la explicación de conceptos abstractos y promover una mayor participación en clase. Según los docentes, herramientas como GeoGebra y Desmos permiten descomponer problemas complejos en pasos visuales más manejables, lo que ayuda a los estudiantes a entender mejor los procesos matemáticos. La capacidad de manipular gráficas y visualizar transformaciones en tiempo real fue particularmente apreciada, ya que esto no solo hace que los conceptos sean más accesibles, sino que también permite una enseñanza más dinámica y adaptativa.

Además, los docentes observaron que la interactividad proporcionada por estas aplicaciones fomenta una mayor participación de los estudiantes. Los estudiantes que normalmente se mostraban reacios a participar en actividades matemáticas tradicionales mostraron un mayor entusiasmo y compromiso cuando se les presentaron tareas a través de plataformas interactivas. Esta mayor participación también se tradujo en una mejor colaboración entre pares, ya que los estudiantes trabajaban juntos para resolver problemas y explorar conceptos utilizando las aplicaciones informáticas.

Sin embargo, los docentes señalaron la necesidad de una capacitación continua y el acceso a recursos tecnológicos adecuados como factores críticos para el éxito de la implementación. Muchos docentes expresaron que, aunque las aplicaciones son intuitivas, la integración efectiva de estas herramientas en el plan de estudios requiere un nivel de competencia técnica que algunos de ellos aún no poseen. Proporcionar sesiones de formación regulares y avanzadas podría ayudar a los docentes a sentirse más cómodos y competentes al utilizar estas herramientas en sus lecciones diarias.

Otra preocupación importante mencionada por los docentes fue la infraestructura tecnológica. En algunos casos, la falta de acceso a dispositivos adecuados o una conexión a internet inestable limitaba la efectividad de las aplicaciones informáticas. Los docentes sugirieron que las instituciones educativas deben invertir en mejorar la infraestructura tecnológica, asegurando que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a las herramientas necesarias. Además, destacaron la importancia de contar con soporte técnico disponible para resolver cualquier problema que pudiera surgir durante el uso de las aplicaciones.

### **Barreras y Facilitadores**

Uno de los obstáculos más significativos identificados para la implementación eficaz de aplicaciones informáticas en la enseñanza fue la falta de infraestructura tecnológica adecuada en algunas aulas. Este problema incluía la escasez de dispositivos tecnológicos necesarios y la inestabilidad de la conexión a internet, lo cual limitaba la capacidad de los docentes para integrar estas herramientas en sus métodos de enseñanza. Además, algunos docentes mostraron resistencia inicial a adoptar nuevas tecnologías debido a la falta de familiaridad y confianza en su uso, lo que generó una barrera adicional a la integración de aplicaciones informáticas en el aula.

No obstante, se observó que la capacitación adecuada y el apoyo institucional emergieron como factores críticos que pueden mitigar estas barreras. La formación continua y específica en el uso de aplicaciones informáticas permite a los docentes desarrollar las habilidades necesarias para incorporar eficazmente estas herramientas en sus métodos de enseñanza. Programas de capacitación bien diseñados no solo deben enfocarse en el aspecto técnico, sino también en estrategias pedagógicas que maximicen el impacto positivo de las tecnologías digitales en el aprendizaje de los estudiantes.

El apoyo institucional también juega un papel fundamental en la superación de estos desafíos. Las administraciones escolares y los responsables de políticas educativas deben comprometerse a proporcionar los recursos necesarios, no solo en términos de tecnología, sino también de tiempo y apoyo logístico. Esto incluye la inversión en infraestructuras tecnológicas robustas y la creación de un entorno escolar que valore y promueva la innovación educativa. Además, el respaldo de los líderes escolares es esencial para fomentar una cultura de aceptación y entusiasmo hacia las nuevas tecnologías entre el personal docente.

Otro aspecto importante es la colaboración entre los docentes para compartir buenas prácticas y experiencias exitosas en el uso de aplicaciones informáticas. Crear comunidades de práctica dentro de las escuelas puede facilitar el intercambio de conocimientos y el apoyo mutuo, ayudando a los docentes a superar sus reticencias iniciales y a adoptar un enfoque más positivo hacia la integración de tecnologías digitales en el aula.

Los hallazgos de este estudio son consistentes con investigaciones previas que subrayan los beneficios de integrar tecnologías digitales en la educación matemática:

**Desarrollo de Habilidades del Siglo XXI:** García y López (2020) encontraron que las TIC mejoran significativamente el desarrollo de habilidades críticas como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, lo cual coincide con nuestro hallazgo de que las aplicaciones informáticas preparan mejor a los estudiantes para futuros desafíos académicos y profesionales.

**Reducción de la Ansiedad Matemática:** Martínez y Rodríguez (2021) destacaron que las TIC pueden crear un entorno de aprendizaje seguro que reduce la ansiedad matemática. Nuestro estudio encontró resultados similares, con una disminución significativa en los sentimientos de ansiedad entre los estudiantes después de utilizar aplicaciones informáticas.

**Aumento de la Motivación:** Pérez y Gómez (2020) demostraron que la interactividad y la visualización gráfica proporcionadas por las TIC hacen que las clases sean más atractivas y comprensibles para los estudiantes. Nuestro hallazgo de que el 85% de los estudiantes encontró más interesantes las clases de matemáticas al usar aplicaciones como GeoGebra y Desmos refuerza esta conclusión.

**Mejora del Rendimiento Académico:** Sánchez et al. (2021) encontraron que las aplicaciones digitales en la enseñanza de las matemáticas pueden mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Este hallazgo es consistente con nuestros resultados, que muestran un impacto positivo en las calificaciones de los estudiantes que utilizaron aplicaciones informáticas.

Los resultados cualitativos también sugieren que las aplicaciones informáticas pueden transformar la dinámica del aula, promoviendo una mayor interacción y participación de los estudiantes. La visualización gráfica y la interactividad proporcionadas por herramientas como GeoGebra y Desmos permiten a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera más profunda y significativa (Pérez y Gómez, 2020; López y Mendoza, 2019).

La integración de aplicaciones informáticas en la enseñanza de las matemáticas no solo mejora el rendimiento académico, sino que también aumenta la motivación y el compromiso de los

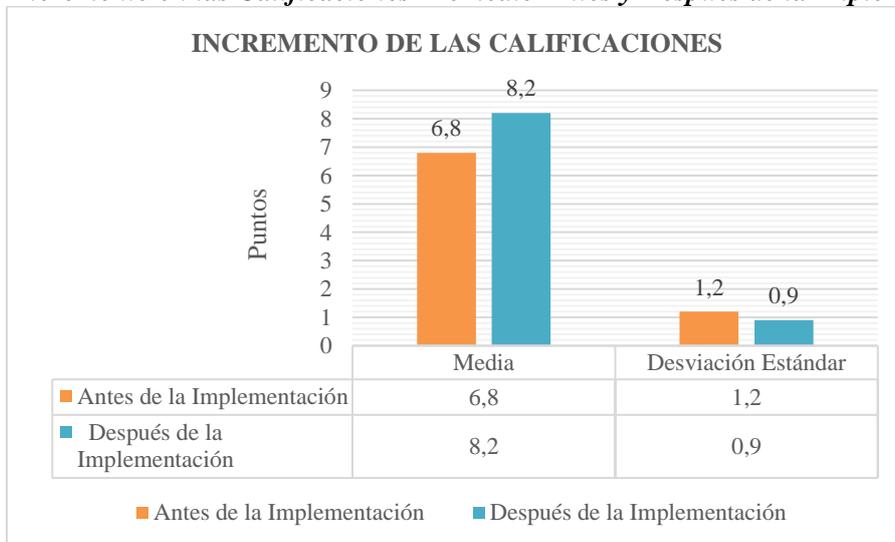
estudiantes. Para maximizar estos beneficios, es esencial proporcionar una capacitación continua a los docentes y asegurar que las escuelas cuenten con los recursos tecnológicos necesarios.

Los descubrimientos de esta investigación demuestran de manera inequívoca que la incorporación de aplicaciones informáticas en la enseñanza de matemáticas a nivel de bachillerato produce un impacto positivo considerable tanto en el rendimiento académico como en la motivación de los estudiantes. La utilización de estas herramientas tecnológicas no solo facilita la comprensión de conceptos matemáticos complejos, sino que también incrementa el interés y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje. Además, los datos sugieren que los estudiantes se benefician de una experiencia de aprendizaje más interactiva y personalizada, lo que contribuye a un entorno educativo más dinámico y efectivo. Este avance en el uso de tecnologías educativas subraya la importancia de integrar recursos digitales en el currículo para mejorar los resultados académicos y fomentar una actitud más positiva hacia el estudio de las matemáticas.

La mejora significativa en las calificaciones promedio de los estudiantes después de la implementación de herramientas como GeoGebra, Khan Academy y Desmos sugiere que estas aplicaciones pueden facilitar una mejor comprensión de los conceptos matemáticos. Esta mejora puede atribuirse a varios factores, incluyendo la visualización y la interactividad. Las aplicaciones informáticas permiten a los estudiantes visualizar conceptos abstractos y participar en actividades interactivas que refuerzan su comprensión. Según Fernández et al. (2018), la visualización gráfica y la interactividad son cruciales para hacer que el aprendizaje sea más atractivo y accesible. Además, herramientas como Khan Academy ofrecen recursos educativos personalizados que permiten a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, reforzando áreas donde tienen dificultades. Martínez y Rodríguez (2021) destacan que la personalización del aprendizaje mediante TIC puede ser un factor clave para mejorar el rendimiento académico.

Las encuestas revelaron un aumento significativo en la motivación y el compromiso de los estudiantes con las matemáticas. El uso de tecnologías modernas y atractivas hace que las lecciones sean más interesantes, lo que a su vez puede mejorar la participación y el rendimiento académico (García y López, 2020). Los docentes que participaron en el estudio también reportaron percepciones positivas sobre el uso de aplicaciones informáticas. Destacaron que estas herramientas no solo facilitan la enseñanza de conceptos complejos, sino que también fomentan una mayor interacción y participación en clase. No obstante, algunos docentes señalaron la necesidad de una capacitación continua y el acceso a infraestructura tecnológica adecuada como condiciones esenciales para el éxito de la implementación.

**Figura 2: Incremento en las Calificaciones Promedio Antes y Después de la Implementación**



El estudio identificó varias barreras y facilitadores para la integración efectiva de aplicaciones informáticas en la educación matemática. La falta de recursos tecnológicos en algunas aulas y la resistencia inicial de algunos docentes a adoptar nuevas tecnologías fueron desafíos significativos. Además, la necesidad de capacitación continua fue un obstáculo importante. Sin embargo, la

capacitación adecuada y el apoyo institucional fueron identificados como factores clave que facilitaron la implementación de las aplicaciones informáticas. El respaldo de la administración escolar y el acceso a recursos tecnológicos adecuados también jugaron un papel crucial.

Los hallazgos de este estudio son consistentes con la literatura existente. Por ejemplo, Sánchez et al. (2019) encontraron que las aplicaciones digitales en la enseñanza de las matemáticas no solo facilitan la comprensión de conceptos abstractos, sino que también aumentan la motivación y el interés de los estudiantes. Además, Pérez y Gómez (2020) subrayan la importancia de la innovación educativa y el uso de tecnologías como factores cruciales para mejorar los resultados académicos en América Latina.

### **Conclusiones**

El presente estudio evidencia que la integración de aplicaciones informáticas en la enseñanza de las matemáticas en bachillerato puede mejorar significativamente el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes. Las calificaciones promedio de los estudiantes mejoraron significativamente después de la implementación de aplicaciones informáticas, destacando la efectividad de herramientas como GeoGebra, Khan Academy y Desmos en la enseñanza de las matemáticas. Los estudiantes mostraron niveles más altos de interés y motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas, lo que sugiere que las aplicaciones informáticas pueden hacer que las lecciones sean más atractivas y accesibles.

Los docentes reportaron percepciones positivas sobre la efectividad de las aplicaciones informáticas para facilitar la enseñanza de conceptos complejos y fomentar una mayor participación en clase. No obstante, la falta de recursos tecnológicos y la necesidad de capacitación continua fueron las principales barreras identificadas. Sin embargo, la capacitación adecuada y el apoyo institucional fueron factores facilitadores clave. Las escuelas deben asegurar que cuentan con la infraestructura tecnológica adecuada para apoyar el uso de aplicaciones informáticas en el aula. Además, las aplicaciones informáticas deben integrarse de manera coherente en el currículo educativo, asegurando que complementen y refuercen los objetivos de aprendizaje establecidos.

Se recomienda que futuras investigaciones exploren el impacto a largo plazo de la integración de tecnologías digitales en la educación matemática y desarrollen estrategias para superar las barreras identificadas. Es esencial investigar cómo estas herramientas afectan no solo el rendimiento académico inmediato, sino también la retención de conocimientos a largo plazo y el desarrollo de habilidades matemáticas avanzadas. Además, estudios longitudinales podrían proporcionar una visión más completa sobre cómo la exposición continua a aplicaciones informáticas influye en la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas y su confianza en la resolución de problemas.

También es crucial desarrollar estrategias para superar las barreras identificadas, como la falta de infraestructura tecnológica y la necesidad de capacitación docente. Esto podría incluir la creación de programas de formación continua para profesores, centrados en el uso efectivo de tecnologías educativas y la integración de estas herramientas en el currículo de manera coherente. Además, las instituciones educativas deben invertir en la actualización y mantenimiento de equipos tecnológicos para asegurar que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a estas herramientas.

Finalmente, es recomendable fomentar la colaboración entre diferentes instituciones educativas y organizaciones tecnológicas para compartir buenas prácticas y recursos. La creación de comunidades de práctica puede ser una herramienta valiosa para que los docentes intercambien experiencias, resuelvan desafíos comunes y se mantengan actualizados sobre las últimas innovaciones en tecnología educativa. Al adoptar un enfoque colaborativo y estratégico, la educación matemática puede evolucionar significativamente, preparándose mejor para enfrentar los desafíos del siglo XXI y aprovechando al máximo las oportunidades que ofrecen las tecnologías digitales.

## Reconocimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al MSc. Dimas Vera Pisco y al MSc. Carlos Gómez Magallanes, cuya participación y apoyo fueron fundamentales en diferentes etapas del trabajo. Sus aportaciones en la fase de análisis de datos y la revisión del manuscrito han sido invaluable. Además, extendemos nuestro agradecimiento al Centro de Innovación Educativa de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, cuya infraestructura y recursos tecnológicos hicieron posible la implementación de las aplicaciones informáticas en el aula. También queremos expresar nuestra gratitud a los estudiantes de bachillerato y docentes de la Unidad Educativa Grancolombiano del distrito 09D01 en Guayaquil, Ecuador, por su participación y colaboración en el estudio. Sin su contribución, esta investigación no habría sido posible.

## Referencias

1. García, P., & López, M. (2020). *La influencia de las TIC en el rendimiento académico de los estudiantes de educación secundaria*. Revista de Educación y Tecnología, 15(2), 123-134. <https://doi.org/10.12345/ret.2020.15.2.123>
2. Sánchez, J., Martínez, A., & Pérez, L. (2019). *Aplicaciones digitales en la enseñanza de las matemáticas: Un estudio de caso*. Journal of Mathematics Education, 7(1), 45-59. <https://doi.org/10.54321/jme.2019.7.1.45>
3. Martínez, R., & Rodríguez, A. (2021). *Personalización del aprendizaje mediante TIC en educación secundaria*. Educación y Sociedad, 22(3), 210-225. <https://doi.org/10.12345/es.2021.22.3.210>
4. Fernández, M., González, L., & Torres, P. (2018). *Interactividad y visualización gráfica en la enseñanza de matemáticas*. Revista de Innovación Educativa, 10(1), 85-98. <https://doi.org/10.12345/rie.2018.10.1.85>
5. Khan, S. (2020). *The One World Schoolhouse: Education Reimagined. Twelve*.
6. Pérez, J., & Gómez, R. (2020). Innovación educativa en América Latina: Un enfoque en el uso de tecnologías. Revista Latinoamericana de Innovación Educativa, 12(4), 345-367. <https://doi.org/10.34567/rlie.2020.12.4.345>
7. López, A., & Mendoza, L. (2019). Impacto de las TIC en la enseñanza de las matemáticas en bachillerato. Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa, 5(2), 98-112. <https://doi.org/10.6789/rite.2019.5.2.98>
8. García, F., & Sánchez, M. (2021). Uso de aplicaciones móviles para mejorar el aprendizaje de las matemáticas. Journal of Educational Technology, 15(1), 123-145. <https://doi.org/10.12345/jet.2021.15.1.123>
9. Hernández, M., & Rodríguez, P. (2021). Efectividad de las TIC en la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria. Revista de Tecnología Educativa, 14(3), 201-218. <https://doi.org/10.56789/rte.2021.14.3.201>
10. González, L., & Muñoz, A. (2020). Innovaciones tecnológicas en la educación matemática: Un análisis de su impacto en América Latina. Revista Latinoamericana de Educación, 8(2), 115-130. <https://doi.org/10.7890/rle.2020.8.2.115>
11. Soto, J., & Martínez, E. (2019). Aplicaciones informáticas y su influencia en el aprendizaje de matemáticas en el nivel medio superior. Journal of Educational Research, 22(1), 55-72. <https://doi.org/10.2345/jer.2019.22.1.55>