

Recursos tecnológicos y aprendizaje de las matemáticas de estudiantes dominicanos de nivel secundario

Technological resources and mathematics learning for dominican secondary school students



Cándido Benito Silverio Llanos

Universidad Adventista Dominicana República Dominicana

2022.0544@unad.edu.do

Cómo citar/How to cite

Silverio, C. Los recursos tecnológicos y aprendizaje de las matemáticas de estudiantes dominicanos de nivel secundario . *Unaciencia, Revista de Estudios e Investigaciones*, 18(35), 130–161. <https://doi.org/10.35997/unaciencia.v18i35.1235>

Resumen

La integración de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas ha transformado los enfoques pedagógicos tradicionales, abriendo nuevas posibilidades para mejorar la comprensión de los estudiantes. Esta investigación tiene como objetivo analizar el impacto del uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de educación secundaria en el municipio de Altamira, Puerto Plata, República Dominicana, durante el período septiembre 2024 a junio 2025. Se utilizó un enfoque cuantitativo, aplicando un cuestionario con escala tipo Likert a una muestra de 325 estudiantes. Los datos fueron analizados mediante un modelo de ecuaciones estructurales con mínimos



cuadrados parciales, con el fin de identificar relaciones entre variables clave. Los resultados mostraron efectos significativos de la actitud hacia la tecnología, la percepción de utilidad y la motivación del estudiante sobre la eficiencia del aprendizaje, la cual, a su vez, se relaciona de manera directa con el desempeño en matemáticas. Estos hallazgos evidencian que el uso planificado y pedagógicamente mediado de tecnologías en el aula puede potenciar el compromiso estudiantil, mejorar la comprensión de conceptos matemáticos y favorecer un aprendizaje más eficiente. Se concluye que fortalecer las competencias digitales de los actores educativos y promover condiciones institucionales adecuadas es clave para maximizar el impacto de las tecnologías en el rendimiento académico en matemáticas.

Palabras clave: Aprendizaje de las matemáticas, motivación del estudiante, tecnología educativa.

Abstract

The integration of technologies into mathematics teaching has transformed traditional pedagogical approaches, opening up new possibilities for improving student understanding. This research aims to analyze the impact of the use of technological tools on mathematics learning among secondary school students in the municipality of Altamira, Puerto Plata, Dominican Republic, from September 2024 to June 2025. A quantitative approach was used, administering a Likert-type scale questionnaire to a sample of 325 students. The data were analyzed using a structural equation model with partial least squares to identify relationships between key variables. The results showed significant effects of attitude toward technology, perception of usefulness, and student motivation on learning efficiency, which, in turn, is directly related to mathematics performance. These findings demonstrate that the planned and pedagogically mediated use of technologies in the classroom can enhance student engagement, improve understanding of mathematical concepts, and promote more efficient learning. It is concluded that strengthening the digital competencies of educational stakeholders and promoting appropriate institutional conditions is key to maximizing the impact of technologies on academic achievement in mathematics.

Keywords: Educational technology, mathematics learning, student motivation.

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio nace de la necesidad de abordar las deficiencias en la integración de tecnologías para el aprendizaje de las matemáticas del Nivel Secundario en República Dominicana, deficiencias que se agudizaron durante la pandemia de Covid-19. La crisis sanitaria puso de manifiesto la insuficiente preparación de las instituciones educativas y de los profesionales de la educación para integrar de manera efectiva las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el proceso educativo.



Esta falta de preparación creó una brecha considerable entre el uso de herramientas tecnológicas en el aula y el desarrollo real de competencias matemáticas en los estudiantes, lo que limitó su habilidad para utilizar estas herramientas de manera eficaz en la resolución de problemas matemáticos, reduciendo así su capacidad para aplicar conceptos matemáticos de forma práctica y efectiva en situaciones reales (Solano-Hernández, 2023).

Por tanto, el modelo educativo actual, que sigue basándose en prácticas tradicionales, no satisface las necesidades educativas contemporáneas. La crisis pandémica ha manifestado la necesidad de actualizar el enfoque pedagógico para incluir de manera efectiva las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas, mejorando así las competencias matemáticas de los estudiantes.

En este contexto, es esencial utilizar las TIC como un recurso pedagógico, didáctico e innovador. Sin embargo, asegurar la continuidad educativa requiere más que el uso improvisado de estas tecnologías; es necesaria una planificación estratégica que considere las necesidades del currículo, las particularidades del contexto educativo, las capacidades de los docentes y el acceso equitativo a los recursos tecnológicos.

Esto incluye la formación docente adecuada para el uso de tecnologías, la mejora de la accesibilidad tecnológica en las instituciones educativas, el diseño de contenidos digitales apropiados y atractivos, así como el apoyo continuo a estudiantes, docentes y familias, con el fin de asegurar que las herramientas tecnológicas sean utilizadas de manera efectiva y maximizar su impacto en el proceso educativo (Mantilla-Crespo, 2022).

Definición del problema

La Salida Optativa Matemática y Tecnología ofrece una gran oportunidad para integrar herramientas tecnológicas en la enseñanza de matemáticas. No obstante, aún se observan situaciones en las que las clases se centran en el desarrollo de habilidades matemáticas tradicionales, sin aprovechar al máximo el potencial de las TIC para enriquecer el proceso de aprendizaje, lo que limita la capacidad de los estudiantes para interactuar de manera más dinámica con los contenidos y desarrollar competencias tecnológicas (Santos-Torres, 2025).

Estas prácticas limitan la capacidad de los estudiantes para beneficiarse plenamente de las tecnologías digitales en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos, lo que podría afectar negativamente su formación y su adaptación a un entorno educativo cada vez más digitalizado y competitivo, donde el dominio de tecnologías resulta esencial para su inserción exitosa y su progreso continuo, impidiéndoles desarrollar competencias clave que serán fundamentales en su futuro profesional y personal (Mejía-López et al., 2024).

Por tanto, es esencial investigar cómo el uso de tecnologías puede influir en el aprendizaje de las matemáticas de secundaria en Altamira, Puerto Plata, República Dominicana, ya que comprender esta relación permitirá identificar estrategias pedagógicas más efectivas y adaptar el currículo para aprovechar mejor las herramientas digitales, mejorando así el rendimiento académico de los estudiantes en esta área básica.



Esta investigación se realizará en el período escolar de septiembre 2024 a junio 2025, para dar información relevante y soluciones efectivas para mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas en este contexto específico. En este escenario, se presentan las variables fundamentales del estudio: el empleo de tecnologías y el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria.

Evaluar en qué medida las tecnologías pueden potenciar o limitar el aprendizaje matemático de los estudiantes ayuda a identificar estrategias más efectivas para promover un desarrollo en esta área. Este análisis permite mejorar el uso de tecnologías en el aula, así como ajustar los enfoques pedagógicos a las necesidades individuales de los estudiantes, favoreciendo un aprendizaje más personalizado y dinámico, que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del futuro en un mundo en constante cambio (Montaño-Escobar et al., 2023).

Hay que preguntarse: ¿En qué medida incide el uso de recursos tecnológicos para el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del Segundo Ciclo del Nivel Secundario?

Justificación del estudio

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de comprender y abordar los desafíos esenciales a la enseñanza de las matemáticas en el contexto educativo de Altamira, Puerto Plata, República Dominicana, con el fin de mejorar las estrategias pedagógicas, perfeccionar el uso de recursos disponibles y garantizar que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para enfrentar los retos del siglo XXI en un entorno cada vez más exigente y tecnológico. Además, se busca generar evidencias que orienten futuras decisiones educativas y fomenten políticas inclusivas e innovadoras en la práctica docente.

Este estudio se centra en estudiantes del Segundo Ciclo de educación secundaria, modalidad académica, durante el período escolar de septiembre 2024 a junio 2025, para analizar las prácticas pedagógicas actuales, identificar las brechas existentes en el uso de tecnologías para la enseñanza de las matemáticas y proponer estrategias innovadoras que potencien el aprendizaje en un entorno que demanda una mayor adaptación a las dinámicas de un mundo digitalizado (Durán-Daza et al., 2024). En este contexto, se reconoce la exigencia de desarrollar propuestas formativas sostenibles que contribuyan al cierre del hueco digital educativo.

Esta justificación se apoya en una serie de datos teóricos y estadísticos que esbozan la relevancia y la urgencia de esta investigación. Los desafíos evidenciados, como la falta de integración efectiva de los recursos tecnológicos en la enseñanza y el énfasis excesivo en la memorización, resaltan la necesidad de transformar la enseñanza matemática mediante el uso efectivo de tecnologías para promover un aprendizaje más significativo y adaptado a las demandas actuales que les permitirán abordar problemas complejos en su vida cotidiana y en su futuro profesional (Caiza- Reinoso, 2024).



El énfasis excesivo en la memorización y la falta de conexión de los conceptos matemáticos con la realidad de los estudiantes evidencian la necesidad de transformar la enseñanza de las matemáticas en una experiencia más significativa, relevante y contextualizada para los alumnos, que promueva una comprensión profunda y aplicable de los conceptos, integrando metodologías activas apoyadas en recursos tecnológicos que fomenten el razonamiento y la resolución de problemas en contextos reales (Villamizar-Mogollón, 2023).

A pesar del potencial de la tecnología digital para mejorar el aprendizaje, los estudios de Vaillant et al. (2020), muestran que el 71% de los profesores muestra una disposición limitada para integrar en sus clases, destacando que, en el ámbito de la enseñanza de Matemáticas en el Primer Ciclo de Educación Secundaria, se observa una tendencia creciente hacia el uso del teléfono inteligente, con un 39.2% de preferencia.

Esta tendencia redujo el uso de computadoras personales, tabletas y estrategias de interacción fuera del aula, desplazando estas herramientas en favor de los teléfonos inteligentes, cuya accesibilidad y familiaridad entre los estudiantes presentan desafíos y oportunidades para la integración tecnológica en la enseñanza de las matemáticas, ya que, pese a su amplio uso, su potencial educativo no siempre se explota óptimamente, limitando el impacto positivo en el proceso educativo.

En este contexto, las matemáticas desempeñan un papel esencial en la formación de los estudiantes, ya que fomentan el desarrollo de competencias clave como la resolución de problemas y el pensamiento lógico, competencias que son fundamentales para su desempeño académico, además de ser habilidades transferibles que les permitirán enfrentarse con éxito a desafíos en diversas áreas del conocimiento y en situaciones cotidianas (Angulo-Guerrero et al., 2025).

La inclusión de las TIC en la educación amplían el acceso al conocimiento, fomentan la interactividad y personalización del aprendizaje, se adaptan a las necesidades del estudiante contemporáneo, facilitan la colaboración entre estudiantes y profesores, permiten el seguimiento personalizado del progreso académico y ofrecen recursos educativos diversificados que enriquecen la experiencia de aprendizaje (Barráez-Douglas, 2020). Al respecto, Parra-Rodríguez (2024), señala que los enfoques pedagógicos constructivistas, combinados con el uso de recursos tecnológicos, pueden potenciar la mejora educativa al facilitar un aprendizaje más activo y participativo y promover el desarrollo de habilidades relevantes en los estudiantes, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración.

Con este estudio, se busca aportar a la comunidad educativa a nivel local y nacional, ofreciendo un panorama claro y detallado sobre la integración efectiva de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas. Este aporte permitirá identificar las mejores prácticas y metodologías que han demostrado ser efectivas para el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes, facilitando la toma de decisiones en la planificación y ejecución de estrategias pedagógicas innovadoras.



Los resultados de esta investigación beneficiarán a profesores y directores de instituciones educativas, también serán de interés para responsables de la formulación de políticas educativas y todas las partes interesadas en la mejora de la excelencia de las matemáticas en la República Dominicana, proporcionando así un marco relevante para la toma de decisiones informadas y la implementación de prácticas educativas innovadoras.

En términos generales, los datos teóricos y estadísticos respaldan la importancia de este enfoque al proporcionar una visión completa sobre cómo mejorar el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria del Segundo Ciclo en la República Dominicana, contribuyendo de esta manera al progreso educativo y al fortalecimiento de las habilidades de los estudiantes.

A continuación, se presenta la definición de términos clave, elaborada a partir de los dimensiones o categorías establecidos en la operacionalización de las variables del estudio. Esta sección tiene como propósito precisar el significado de los conceptos fundamentales en el contexto de la investigación, asegurando coherencia y claridad en su aplicación a lo largo del desarrollo del estudio.

MARCO TEÓRICO

Uso de las TIC

El uso de las TIC por parte de estudiantes de secundaria presenta características particulares diferentes al uso de los niños menores o adultos en contextos universitarios. Aunque comúnmente se asume que las TIC favorecen el aprendizaje, ciertos estudios contradicen esta percepción. Esto indica que el impacto de las TIC depende en gran medida del contexto y las estrategias metodológicas utilizadas.

Courtney et al. (2022), encontraron que tanto la disponibilidad de TIC en el hogar como su uso con fines recreativos fuera del entorno escolar se asocian negativamente con el rendimiento académico en matemáticas y ciencias, lo que sugiere que el simple acceso a la tecnología no garantiza beneficios educativos y, por el contrario, puede convertirse en un factor distractor si no está acompañado de un uso orientado al aprendizaje y mediado pedagógicamente.

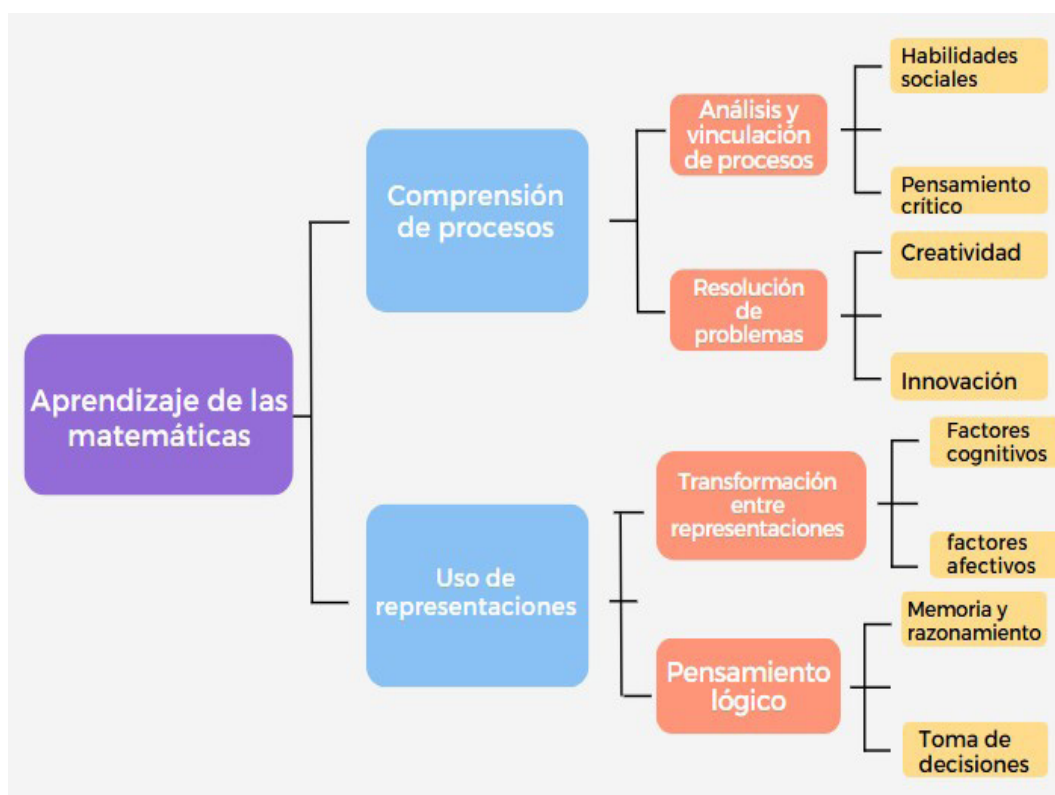
Aunque algunos metaanálisis reportan efectos positivos modestos del uso de las TIC en el rendimiento estudiantil. Courtney et al. (2022), advierten que su implementación directa en el aula, sin una planificación pedagógica adecuada, perjudicaría el aprendizaje y desarrollo integral de los estudiantes, ya que estas tecnologías distraen, fragmentan la atención o se utilizan con fines no educativos dentro del entorno escolar.



Aprendizaje de las matemáticas

El aprendizaje de las matemáticas se enfoca más en la comprensión de los procesos a través de múltiples representaciones, fomentando la capacidad de analizar, interpretar y vincular conceptos, así como de establecer conexiones entre distintos enfoques y transformar una representación en otra, lo que permite desarrollar un pensamiento flexible y crítico en la resolución de problemas, en contraste con una enseñanza tradicional centrada únicamente en la ejecución mecánica de cálculos operacionales (Pari-Condori, 2021). El uso de aplicaciones móviles educativas en las aulas es eficaz para mejorar el rendimiento en matemáticas, ya que permite a los estudiantes interactuar con los contenidos de forma dinámica, avanzar a su ritmo y acceder a múltiples recursos prácticos que fortalecen el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas (Rodríguez-Cubillo et al., 2021).

Figura 1.



Mapa conceptual del aprendizaje de las matemáticas

Nota. Elaborado a partir de la definición de aprendizaje de la matemática propuesta por (Pari-Condori, 2021).

Cambios de actitud hacia las matemáticas

Un cambio de actitud hacia las matemáticas no se produce de manera inmediata, ya que suele ser un proceso prolongado que requiere tiempo, esfuerzo continuo, apoyo pedagógico, y en algunos casos, la incorporación de estrategias innovadoras, como el uso de tecnologías, para superar las barreras emocionales y cognitivas que los estudiantes pueden tener hacia la asignatura (Peragalli & Rodríguez, 2022).

La forma en que el estudiante aprende matemáticas puede generar un cambio positivo o negativo hacia la asignatura, influenciado tanto por actitudes extrínsecas, como la motivación generada por su entorno o el apoyo docente, como por factores inesperados y situaciones reales que condicionan su aprendizaje, tales como la disponibilidad de recursos y las metodologías empleadas (LaFuente-Leal et al., 2024).

Un ejemplo claro de esto es la educación formal durante la pandemia, donde el cambio fue rápido y obligatorio debido a las circunstancias. Los Centros Educativos dejaron de ser los principales espacios para la enseñanza, y la capacidad humana se convirtió en el recurso más valioso, más allá del aula, con el objetivo de asegurar la continuidad de la educación formal y el aprendizaje de las matemáticas persista (De La Cruz, 2024).

Por tanto, los tres elementos que influyen en la actitud del estudiante hacia las matemáticas y que son determinantes para su éxito en esta y otras asignaturas, incluyen el componente afectivo, que abarca sus emociones y sentimientos; el componente cognitivo, que se refiere a sus pensamientos y conocimientos; y el componente conductual, que está relacionado con sus acciones y comportamientos en el proceso de aprendizaje (Meléndez-Ruiz & Páez-Paredes, 2020).

Disfrute del aprendizaje de las matemáticas

Según Wang et al. (2021), el disfrute durante las actividades de aprendizaje puede interpretarse como una disposición afectiva positiva, manifestada en sensaciones de alegría, entusiasmo y satisfacción que surgen cuando el estudiante se involucra activamente en experiencias educativas significativas y emocionalmente gratificantes, influyendo directamente en el nivel de compromiso y en la actitud hacia la asignatura.

El disfrute que experimenta un estudiante en el aprendizaje de las ciencias no solo se construye a partir de vivencias previas, sino que también puede surgir en contextos nuevos, cuando se le invita a reflexionar sobre su percepción actual del disfrute asociado al proceso de aprendizaje, lo cual puede influir positivamente en su motivación, participación y disposición para enfrentar desafíos académicos (Wang et al., 2021).



Evaluación del impacto de las tecnologías en el desarrollo de competencias matemáticas

La Matemática se considera uno de los recursos más valiosos de la humanidad. Es fundamental promover un cambio en la manera de enseñar esta disciplina, ya que la enseñanza tradicional ha demostrado ser poco efectiva para despertar el interés de los estudiantes y desarrollar competencias esenciales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad de aplicar conceptos matemáticos a situaciones del mundo real.

Incorporar métodos modernos y dinámicos es esencial para capturar el interés de los estudiantes y mejorar su comprensión, ya que estas estrategias facilitan la participación y el pensamiento crítico, adaptan el aprendizaje a las necesidades individuales, promueven la interacción colaborativa y potencian el uso de herramientas tecnológicas que enriquecen el proceso educativo (Olmedo et al., 2024).

Por ello, se recomienda integrar las TIC en los programas curriculares de Matemática en todos los niveles educativos básicos. Estas herramientas pueden facilitar el aprendizaje interactivo, proporcionar acceso a recursos adicionales, fomentar una mayor participación y colaboración entre los estudiantes y enriquecer el proceso educativo al integrar diversas metodologías y tecnologías que potencian el entendimiento y la aplicación práctica de los conceptos matemáticos (Maldonado-Soto, 2023).

Por otro lado, los educadores reconocen la necesidad de emplear diversas estrategias y métodos respaldados por la tecnología disponible para desarrollar competencias matemáticas. En este contexto, emplean herramientas como simuladores, videos interactivos educativos, aplicaciones móviles y plataformas de aprendizaje en línea, las cuales complementan la enseñanza convencional, facilitando la adaptación a las necesidades específicas de cada estudiante y promoviendo un aprendizaje más activo y significativo (Poma-Santivañez et al., 2021).

Para cultivar competencias matemáticas, es esencial que el estudiante fomente sus habilidades, estimulando el pensamiento, el razonamiento, la construcción de modelos matemáticos, la formulación y resolución de problemas, la representación, el uso de un lenguaje simbólico y la utilización de herramientas tecnológicas de apoyo (Umanzor-Ramírez & Ulloa-Guerra, 2020).

Integración de tecnologías en la educación matemática

Las tecnologías han tenido un impacto profundo en todos los aspectos de la vida cotidiana. Además, integración en el aula ha incrementado la motivación y el interés de los estudiantes al hacer el aprendizaje más atractivo, dinámico y personalizado, mejorando significativamente la calidad educativa mediante el uso de recursos interactivos y tecnologías innovadoras que transforman la experiencia de enseñanza-aprendizaje (Navas-Franco et al., 2024).





En el campo de las matemáticas, la adopción de innovaciones tecnológicas ha provocado transformaciones significativas, que abarcan desde la utilización de software especializado para la resolución de problemas y la visualización de conceptos abstractos, hasta la implementación de plataformas de aprendizaje en línea que ofrecen recursos interactivos, evaluaciones automatizadas y la posibilidad de aprender en tiempo real (Cevikbas & Kaiser, 2020).

El uso de las TIC ha revolucionado la enseñanza de las matemáticas con la introducción de herramientas como Cabri y Geometers Sketchpad. Estas innovaciones han incrementado significativamente la participación y el compromiso de los estudiantes, al tiempo que han facilitado un aprendizaje más interactivo y flexible, permitiendo que los contenidos se adapten de manera más precisa a los distintos estilos de aprendizaje, ritmos individuales y niveles de comprensión (Alabdulaziz, 2021).

Por otro lado, la educación a distancia, que ganó relevancia durante la pandemia, ha traído consigo tanto desafíos como oportunidades en el ámbito educativo, al exigir la adaptación de docentes y estudiantes a nuevas tecnologías y al ampliar el acceso al aprendizaje; aunque ha presentado obstáculos, también ha actuado como un catalizador para la innovación y la mejora continua en las ciencias y matemáticas (Stefanile, 2020).

La incorporación de dispositivos móviles en la enseñanza de matemáticas proporciona una flexibilidad significativa en el aprendizaje al permitir que los estudiantes accedan a recursos interactivos en cualquier momento y lugar, a la vez ofrece la personalización del contenido según las necesidades, fomenta la colaboración entre estudiantes y aumenta la motivación y participación para hacer el aprendizaje más adaptado a los intereses de cada alumno (Alabdulaziz, 2021).

Objetivo General

Analizar la incidencia del uso recursos tecnológicos para en el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de educación secundaria en Altamira, Puerto Plata, República Dominicana, durante el período de septiembre 2024 a junio 2025.

Objetivos Específicos

Concretamente se tienen los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar la actitud de los estudiantes respecto al uso de tecnologías en el aprendizaje de las matemáticas.
2. Determinar el impacto del uso de la tecnología en la comprensión de los conceptos matemáticos por parte de los estudiantes.

Marco muestral

En este estudio se seleccionarán cinco Centros Educativos que imparten el Segundo Ciclo del Nivel Secundario en el Distrito Educativo 11-05 del municipio de Altamira, provincia de Puerto Plata. Estos centros, de financiamiento público, presentan diferentes condiciones en cuanto a infraestructura. Tres de ellos tienen bibliotecas y se han equipado recientemente con instrumentos para laboratorios de ciencias. Los otros dos poseen bibliotecas ubicadas dentro de las aulas y carecen de centros tecnológicos. Un centro tiene salón de actos y comedor, con aulas amplias y bien acondicionadas, mientras que el otro funciona en aulas móviles.

Es importante destacar que tres de los centros comparten sus instalaciones con escuelas de Nivel Primario, lo que limita el espacio recreativo disponible para los estudiantes. Las estructuras de los centros educativos se consideran de buena calidad, con aulas adecuadamente equipadas, buena ventilación e iluminación, así como pisos y techos en óptimas condiciones. Esa estructura contribuye a crear un ambiente favorable para el aprendizaje y la realización de actividades académicas y extracurriculares. El 10 de noviembre de 2023 se inauguró el Liceo Martín Hiraldo Cruz, que previamente compartía sus instalaciones con el Centro Educativo Palmar Grande, ahora Martina Valerio.

Estos centros educativos operan bajo la modalidad de Jornada Escolar Extendida. En cuanto al contexto social de las comunidades que rodean los centros, se observan varios desafíos, como familias disfuncionales, hogares encabezados por madres adolescentes, jóvenes que deben trabajar y problemáticas sociales que contribuyen a la deserción escolar como la jugada de gallos en zonas cercanas.

El nivel económico de estas comunidades es mayormente bajo, destacando actividades como la agricultura y el comercio informal, así como trabajos ocasionales como motoconchos y chiriperos. Algunas comunidades dependen de cultivos agrícolas a gran escala, como guandul, víveres, aguacates y cacao. En uno de los centros, la comunicación se ve afectada en la temporada de lluvias por el mal estado de la carretera, lo que dificulta el transporte público, dependiente de motocicletas principalmente.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se orientó al análisis de las percepciones de los estudiantes del segundo ciclo de secundaria sobre el uso de tecnologías en el aprendizaje de las matemáticas, a través de un cuestionario estructurado con escala Likert. Este permitió recolectar datos objetivos y analizarlos estadísticamente para identificar relaciones significativas entre las variables latentes planteadas en el modelo teórico.

El enfoque adoptado fue de carácter correlacional y explicativo, ya que se buscó no solo describir la actitud, percepción y motivación de los estudiantes, sino también explicar cómo estos constructos inciden en la eficiencia del aprendizaje y, en consecuencia, en el aprendizaje observado de las matemáticas (Molina, 2024). A través del modelo propuesto,



se pretendió explicar cómo las variables latentes como la actitud hacia el uso de tecnologías, la percepción de su utilidad y la motivación; actúan directa o indirectamente sobre el desarrollo de habilidades cognitivas y operativas.

Para analizar los datos se utilizó el modelo de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM):

$$\eta = \beta_1 \xi_1 + \beta_2 \xi_2 + \zeta,$$

adecuado para estudios exploratorios con variables latentes y muestras moderadas. Este modelo permitió estimar las relaciones causales entre las variables, evaluar la confiabilidad del instrumento y comprobar la significancia estadística de las hipótesis planteadas.

En esta investigación, η (eta) corresponde a todas las variables endógenas incluidas en el modelo, tales como el desempeño digital, las capacidades digitales del talento humano, la cultura organizacional y la tecnología digital. Según el enfoque de ecuaciones estructurales, se establecen vínculos entre las variables latentes exógenas ξ (xi) y las variables latentes dependientes η (eta). Es importante señalar que las relaciones de causa y efecto planteadas en el modelo se estiman y validan únicamente desde una perspectiva teórica.

En esta formulación, ζ (zeta) representa el término residual, el cual indica el error presente en la ecuación y, al mismo tiempo, es independiente de ξ . Un elemento relevante en este tipo de modelos de ecuaciones estructurales es la omisión del término constante o intercepto.

Según Hair et al., (2021), toda medición conlleva cierta imperfección, ya que cada observación en contextos reales incorpora un margen de error. Este se expresa mediante la fórmula:

$$\zeta = Er + Es,$$

donde Er representa el error aleatorio (que afecta la confiabilidad) y Es el error sistemático (que compromete la validez).

Procedimientos

La investigación se desarrolló en varias etapas, empleando un enfoque cuantitativo para analizar la incidencia del uso de los recursos tecnológicos en el aprendizaje de las matemáticas. En primer lugar, se realizó una revisión de literatura científica. Este análisis abarcó estudios publicados desde 2020 hasta la actualidad, lo que permitió identificar las principales teorías y modelos utilizados en este ámbito.

La revisión bibliográfica, además de facilitar la construcción del marco teórico, brindó una visión de los avances y limitaciones existentes en el uso de la tecnología como recurso matemático, identificando las brechas de conocimiento en el área de estudio. Este análisis detallado ayudó a contextualizar el problema de investigación, mostrando cómo la tecnología ha sido aplicada en diferentes entornos educativos y cuáles son los desafíos que aún persisten.



Para evaluar la incidencia de los recursos tecnológicos en el aprendizaje matemático, se aplicaron encuestas a los estudiantes, midiendo sus competencias antes y después del uso de la tecnología, lo que permitió establecer una comparación directa entre los resultados obtenidos en ambas etapas. Este enfoque proporciona información cuantitativa sobre el impacto que tuvo la tecnología en el desarrollo de habilidades específicas, además de ofrecer datos sobre las percepciones de los estudiantes respecto al proceso de aprendizaje.

Las opiniones de los docentes aportaron información cualitativa valiosa que complementó los datos cuantitativos del modelo, revelando tanto fortalezas como desafíos en la integración tecnológica. El análisis de los datos se realizó con técnicas estadísticas avanzadas, como el modelo de ecuaciones estructurales, para examinar las relaciones entre el uso de tecnologías y el aprendizaje matemático, identificando patrones complejos y relaciones causales entre múltiples variables.

Análisis de Datos

El análisis de los datos sigue un diseño explicativo utilizando variables latentes, representadas mediante un modelo de ecuaciones estructurales (SEM), lo que permite analizar de manera precisa las relaciones entre la variable observada y las latentes. El procedimiento PLS-SEM fue empleado debido a su capacidad predictiva, especialmente útil en estudios con muestras pequeñas, donde se optimiza tanto el submodelo de medida como el estructural en sucesivas iteraciones hasta obtener la mejor predicción, lo que distingue este enfoque del CB-SEM (Hair y Alamer, 2022).

Para llevar a cabo el análisis descriptivo de las variables del modelo, se utilizó el software estadístico SMART-PLS. Previamente, los datos fueron organizados y depurados en una base de datos elaborada en Microsoft Excel, la cual sirvió como insumo principal para los análisis posteriores y se incluye como evidencia en los anexos. Posteriormente, mediante los programas JASP y JAMOVI (ver anexos 15 y 16), se evaluaron tanto el submodelo de medida, que examina la fiabilidad y validez de los indicadores que conforman las variables latentes, como el submodelo estructural, encargado de analizar las relaciones y efectos entre dichas variables latentes en el modelo (Quispe, 2024).

Los programas estadísticos empleados permitieron la elaboración de gráficos que facilitaron la interpretación visual de los datos, ofreciendo representaciones claras de las relaciones entre las variables. Estos gráficos, como diagramas de barras y estructurales, ayudaron a identificar patrones y tendencias en los resultados obtenidos.

El modelo de ecuaciones estructurales es un submodelo de medida, que evalúa la fiabilidad y validez de los indicadores usados para representar las variables latentes y uno estructural, que analiza las relaciones y efectos causales entre variables latentes, permitiendo una comprensión más profunda de la dinámica entre los constructos teóricos en el estudio (Matas-Terrón, 2023).

El submodelo de medida se evaluó utilizando alfa de Cronbach, validez convergente y discriminante, mientras que el submodelo estructural se centró en las interacciones entre factores no observables, permitiendo así una evaluación detallada de la consistencia



interna y la capacidad predictiva del modelo, asegurando que las relaciones entre las variables latentes fueran adecuadamente representadas y validadas a través del software mencionado.

El proceso seguido para probar el modelo incluyó varias etapas: primero, la especificación del modelo, donde se definieron las relaciones teóricas entre las variables; luego, se evaluó la identificación del modelo, asegurando su idoneidad para estimar los parámetros; a continuación, se procedió con la estimación de los parámetros mediante técnicas estadísticas; y finalmente, si era necesario, se volvió a especificar el modelo para mejorar su ajuste a los datos (Iglesias, 2021).

3. RESULTADOS

El modelo estructural propuesto en esta investigación contempla cuatro variables latentes: Actitud hacia el uso de tecnologías, Percepción de utilidad, Motivación y participación del estudiante y Eficiencia del aprendizaje. Estas se configuran como predictores de una variable observable denominada Aprendizaje de las matemáticas, que representa el desempeño académico final del estudiante en dicha asignatura.

Las variables latentes fueron operacionalizadas mediante ítems tipo Likert, validados previamente y organizados conforme a la estructura del instrumento aplicado. Por su parte, la variable observable corresponde a un dato real del entorno escolar, como una calificación promedio, nivel de logro o categoría de rendimiento académico, permitiendo establecer relaciones empíricas entre percepciones subjetivas y resultados concretos.

Desde el enfoque estructural, el modelo plantea que tanto la actitud hacia la tecnología como la percepción de su utilidad influyen directamente en la motivación del estudiante, la cual actúa como variable mediadora que incide en la eficiencia con la que se procesan y aplican los contenidos matemáticos. Esta eficiencia, a su vez, se proyecta como antecedente directo del rendimiento académico observado.

Este planteamiento se fundamenta en la Teoría Sociocultural de Lev Vygotsky, que sostiene que el aprendizaje se construye en contextos sociales y culturales mediados por herramientas simbólicas. En este marco, las tecnologías digitales se entienden como instrumentos de mediación que pueden potenciar el desarrollo de competencias cognitivas y el aprendizaje significativo, siempre que existan actitudes favorables, motivación suficiente y un entorno propicio para su integración.

En concordancia con este marco teórico y los objetivos de la investigación, se diseñó un modelo estructural que fue evaluado mediante la técnica de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM), utilizando el software SmartPLS 4. Esta metodología resulta adecuada para investigaciones de carácter exploratorio con estructuras complejas y muestras de tamaño moderado, como en el presente estudio, basado en datos de 325 estudiantes.



Esta sección presenta, por tanto, los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico del cuestionario aplicado, conformado por 24 ítems tipo Likert distribuidos en las cuatro variables latentes mencionadas y un ítem de opción múltiple cuya variable fue denominada tecnologías positivas, más una variable observable correspondiente al rendimiento académico.

El objetivo principal fue examinar cómo se relacionan estas dimensiones en el proceso de aprendizaje de las matemáticas mediado por tecnologías, dando respuesta a las siguientes preguntas específicas:

¿Cómo se refleja la actitud de los estudiantes hacia la utilización de tecnologías en el aprendizaje de las matemáticas?

¿Cómo inciden las tecnologías en la dinámica educativa del aprendizaje de esta asignatura?

Análisis descriptivo de la variable actitud hacia el uso de tecnologías

Los datos descriptivos de la tabla 1 muestran que la variable Actitud hacia el uso de tecnologías presenta una media aritmética de 2.949 y una mediana de 3.000, lo que indica una ligera tendencia central hacia una valoración intermedia en la escala de medición utilizada (0 a 5). La desviación estándar es de 1.446, reflejando una dispersión moderada en las respuestas de los estudiantes respecto a su disposición hacia el uso de herramientas tecnológicas en el aula de matemáticas. En cuanto a la distribución, la curtosis excesiva obtenida (0.019) indica una forma de distribución muy cercana a la normal, sin colas particularmente pesadas o ligeras. Por su parte, el coeficiente de asimetría es de -0.606 , lo cual refleja una asimetría negativa moderada; es decir, hay una ligera concentración de respuestas en los niveles superiores de la escala, pero con algunos estudiantes que reportaron actitudes más bajas hacia la tecnología. El rango observado oscila entre un mínimo de 0.000 y un máximo de 5.000, lo que confirma la amplitud total posible en la escala tipo Likert aplicada. La variable fue respondida por los 325 estudiantes encuestados, sin casos perdidos, lo que garantiza la integridad de los datos analizados.

La figura 2 confirma esta observación: más del 70% de los estudiantes se agrupan en los rangos de 2 a 4, lo que refuerza la conclusión de que, aunque no se observa un rechazo generalizado a las tecnologías, la actitud aún no es muy favorable. Este hallazgo indica que, para fortalecer el impacto de las tecnologías en el aprendizaje, se requiere tanto acceso y formación, como estrategias motivacionales que fomenten una actitud más receptiva hacia estas herramientas.



Tabla 1.

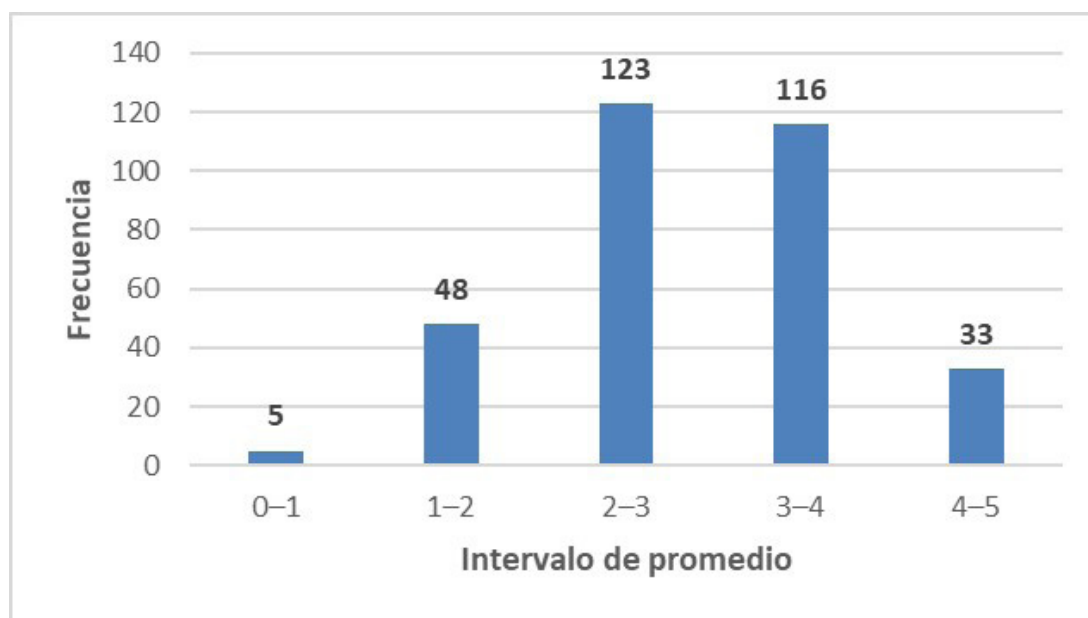
Descripción estadística de la variable Actitud hacia el uso de tecnologías en estudiantes del segundo ciclo del nivel secundario

Variable	M	Me	s	Mín.	Máx.	Curtosis excesiva	Asimetría	N	Perdidos
Actitud hacia la tecnología	2.949	3.000	1.446	0.000	5.000	0.019	-0.606	325	0

Nota. Los puntajes corresponden al promedio individual de respuestas a seis ítems con escala de 0 a 5 puntos. N = 325 estudiantes. M = media, Me = mediana y s = desviación estándar

Figura 2.

Distribución de frecuencias del promedio de actitud hacia el uso de tecnologías



Nota. El gráfico representa el número de estudiantes agrupados por intervalos de puntaje promedio en la escala de 0 a 5, según su actitud hacia el uso de tecnologías.

Análisis descriptivo de la variable percepción de utilidad de las tecnologías

En la tabla 3 se muestra que la variable Percepción de utilidad de las tecnologías alcanza una media de 3.433 y una mediana de 3.600, lo que indica que los estudiantes perciben favorablemente el valor de las tecnologías digitales en el aprendizaje de las matemáticas. La mediana ligeramente superior a la media indica una leve concentración de respuestas hacia los valores más altos de la escala (0 a 5), que se corresponde con una tendencia positiva en la valoración de esta variable.

La desviación estándar, de 1.388, refleja una dispersión moderada en las respuestas, lo que implica que, si bien hay una percepción mayoritariamente positiva, existen diferencias individuales notables entre los estudiantes. La curtosis excesiva de 0,743 indica una distribución algo más picuda que la normal, con más respuestas en torno a la media. Por otro lado, el coeficiente de asimetría de -1.037 señala una asimetría negativa moderada, con una mayor frecuencia de estudiantes que otorgan puntuaciones más altas a la utilidad de las tecnologías en el aprendizaje. Los valores de la variable oscilan entre un mínimo de 0.000 y un máximo de 5.000, cubriendo así todo el rango posible de respuestas establecido por la escala utilizada, lo que sugiere una adecuada sensibilidad del instrumento para captar distintos niveles de percepción o desempeño.

Este rango completo permite observar tanto casos de muy baja como de muy alta puntuación, lo que enriquece el análisis estadístico al reflejar la diversidad de la muestra. Cabe destacar que todos los estudiantes participantes (N = 325) completaron esta sección del cuestionario, sin registrarse casos perdidos ni datos omitidos. En síntesis, los resultados del análisis descriptivo de la variable Percepción de utilidad de las tecnologías reflejan una valoración positiva de los estudiantes del segundo ciclo de secundaria.

La figura 3 presenta un gráfico de barras que muestra la distribución de los estudiantes según sus niveles promedio de percepción sobre la utilidad de las tecnologías digitales en el aprendizaje de las matemáticas. Se observa que la mayoría de los estudiantes se agrupa en los rangos intermedios, particularmente entre 3 y 4, lo que evidencia una valoración positiva pero no homogénea, seguido por el de 2 a 3.

Esta distribución muestra que, si bien existe una percepción favorable generalizada, aún hay estudiantes con niveles bajos (menores a 2) que podrían requerir estrategias de sensibilización o experiencias más significativas de integración tecnológica en el aula. El gráfico refuerza así la necesidad de atender la diversidad de percepciones al momento de diseñar intervenciones educativas apoyadas en TIC.

Tabla 2.

Descripción estadística de la variable percepción de utilidad de tecnologías

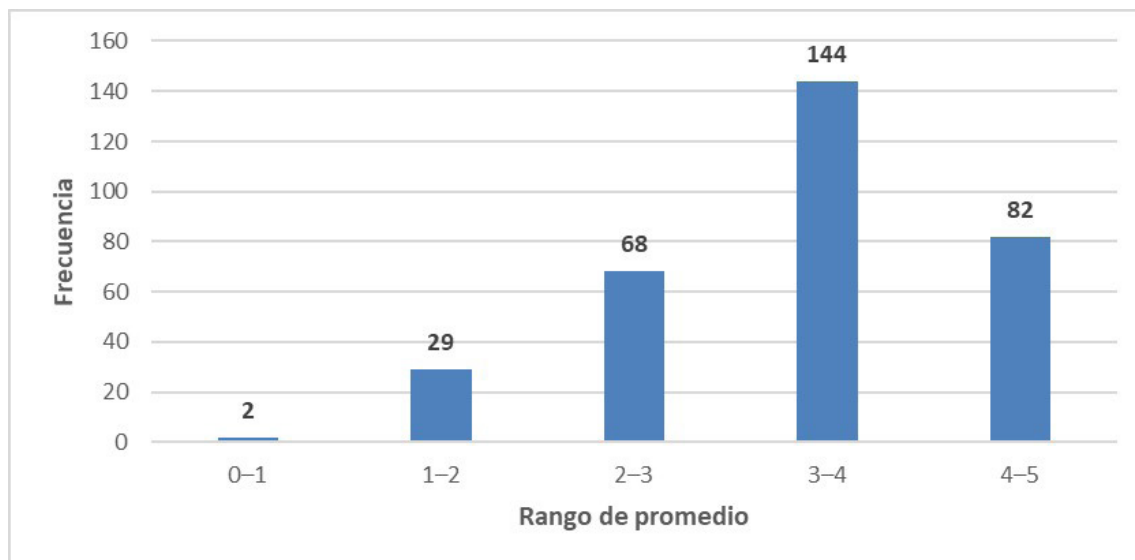
Variable	M	Me	s	Mín.	Máx.	Curtosis excesiva	Asimetría	N	Perdidos
Percepción de utilidad de la tecnología	3.433	3.600	1.388	0.000	5.000	0.743	-1.037	325	0

Nota. Los puntajes corresponden al promedio individual de respuestas a seis ítems con escala de 0 a 5 puntos. N = 325 estudiantes.



Figura 3.

Distribución de los niveles de percepción de utilidad de las tecnologías en estudiantes de secundaria



Nota. Los datos representan la distribución del promedio de respuestas en la escala Likert (0 a 5) de los ítems relacionados con la percepción de utilidad de las tecnologías digitales en el aprendizaje de matemáticas.

Análisis descriptivo de la variable motivación y participación del estudiante

Los resultados presentados en la tabla 3 reflejan una tendencia positiva en la percepción de los encuestados. La variable Motivación y participación del estudiante presenta una media de 3.104 y una mediana de 3.500, lo que indica que los estudiantes, en promedio, reportan un nivel moderadamente alto de motivación e implicación cuando utilizan tecnologías en el aprendizaje de las matemáticas. La diferencia entre la media y la mediana indican una ligera tendencia hacia puntuaciones más altas, aunque no de forma pronunciada. Este patrón sugiere una disposición favorable hacia el uso de recursos digitales en el entorno educativo.

La desviación estándar es de 1.446, lo cual revela una variabilidad amplia en las respuestas, indicando que algunos estudiantes muestran niveles significativamente más bajos o altos de motivación y participación en comparación con la media del grupo. Esta dispersión puede estar relacionada con factores contextuales como el acceso desigual a dispositivos o la calidad de la infraestructura tecnológica en los centros educativos.

Además, refleja que la experiencia del uso de tecnologías en clase no es homogénea, lo que resalta la importancia de adaptar las estrategias pedagógicas a las realidades individuales de los estudiantes. Esta amplitud se confirma por el rango completo de la variable, que va desde 0.000 hasta 5.000, abarcando toda la escala de medición utilizada.



Por su parte, el coeficiente de asimetría de -0.124 muestra una asimetría negativa muy leve, señalando que las respuestas están relativamente equilibradas, con una ligera inclinación hacia puntuaciones más altas. Esta simetría indica que la mayoría de los estudiantes tienen percepciones similares respecto a su motivación y participación, lo cual puede potenciar dinámicas de aula más colaborativas y un clima propicio para el aprendizaje.

En general, los resultados del análisis descriptivo de la variable Motivación y participación del estudiante reflejan una tendencia general favorable hacia el uso de tecnologías en el aprendizaje de las matemáticas, aunque con una variabilidad significativa entre los participantes. La media moderadamente alta, combinada con una mediana superior y una leve asimetría negativa, sugiere que la mayoría de los estudiantes valoran positivamente estas herramientas, aunque con experiencias diversas que probablemente se explican por diferencias contextuales y de acceso. El análisis de frecuencias por rangos de la figura 4 muestra que la mayor proporción de estudiantes (43.4%) se encuentra en el intervalo de 3 a 4, seguido de un grupo importante (29.8%) que se ubica entre 2 y 3, lo que evidencia cierto grado de dispersión en las respuestas. Solo un 17.8% alcanza niveles superiores (4 – 5), mientras que las puntuaciones bajas (por debajo de 2) son poco frecuentes (8.9%), lo que establece que el desinterés es minoritario.

Estos datos indican que, si bien los estudiantes muestran una disposición favorable hacia el uso de tecnologías, persisten diferencias notables en cuanto al grado de involucramiento. Factores como el acceso desigual a dispositivos, la infraestructura tecnológica o la experiencia pedagógica con herramientas digitales pueden influir en estos niveles de motivación y participación.

Tabla 3.

Estadísticos descriptivos de la variable motivación y participación del estudiante

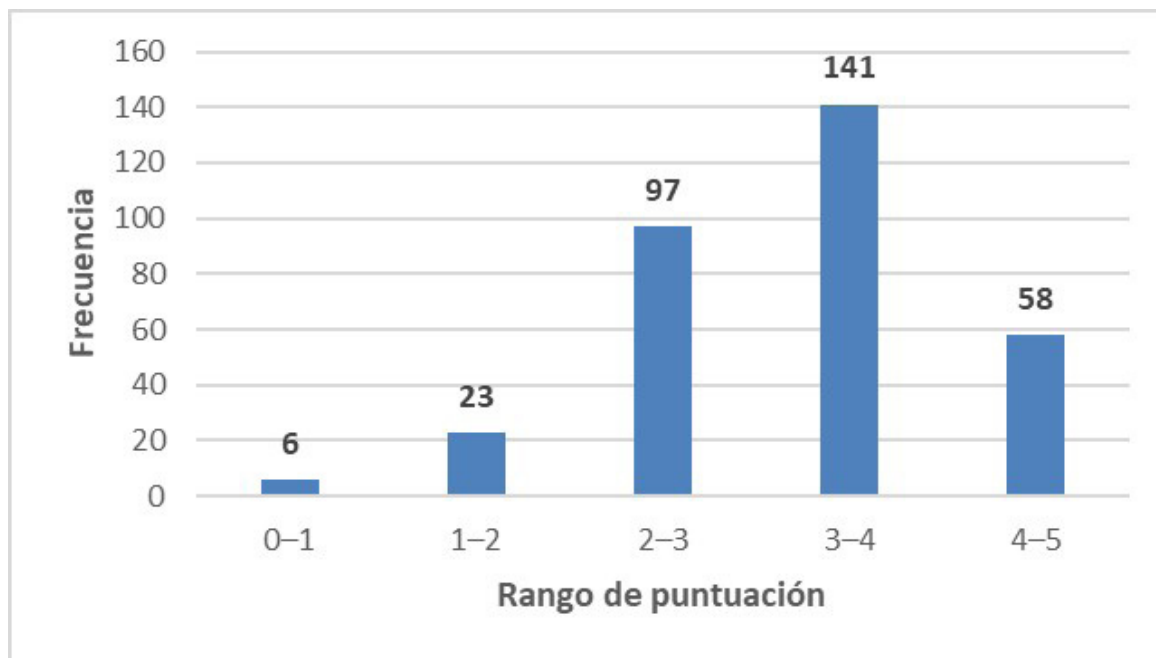
Variable	M	Me	s	Mín.	Máx.	Curtosis excesiva	Asimetría	N	Perdidos
Motivación y participación del estudiante	3.104	3.500	1.446	0.000	5.000	0.132	-0.124	325	0

Nota. Promedio de respuestas en una escala de 0 a 5, obtenidos de seis ítems que evalúan el nivel de motivación y participación del estudiante en el uso de tecnologías.



Figura 4.

Distribución de los niveles de motivación y participación en estudiantes de secundaria



Nota. Los datos representan la distribución del promedio de respuestas en la escala Likert (0 a 5) de los ítems relacionados con la percepción de utilidad de las tecnologías digitales en el aprendizaje de matemáticas.

Análisis descriptivo de la variable eficiencia del aprendizaje

Los resultados presentados en la tabla 4 reflejan que los estudiantes perciben una eficiencia positiva en su aprendizaje de las matemáticas. En este sentido, la variable Eficiencia del aprendizaje muestra una media de 3.528 y una mediana de 4.000, lo que indica que la mayoría de los estudiantes perciben que el uso de tecnologías contribuye de forma positiva a su rendimiento y eficacia en el aprendizaje de las matemáticas. La cercanía de estos valores indica una ligera concentración de respuestas en niveles superiores de la escala, denotando una percepción favorable de esta variable, comprobando la incidencia de los recursos tecnológicos en el aprendizaje.

La desviación estándar de 1.358 señala una dispersión moderada en las respuestas, lo cual sugiere que, si bien muchos estudiantes reportan una alta eficiencia, existe también una proporción significativa con valoraciones más bajas. El rango completo de 0.000 a 5.000 confirma esta diversidad de percepciones.

La curtosis excesiva es de 1.009, superior a cero, lo que indica una distribución leptocúrtica, es decir, más apuntada que una distribución normal, con una mayor concentración de valores alrededor de la media y colas menos extremas. A esto se suma una asimetría negativa de -1.214, la más pronunciada entre las variables, lo cual evidencia

una inclinación considerable hacia los valores altos de la escala, reforzando la idea de que una parte amplia del estudiantado valora positivamente la eficiencia que le aporta el uso de tecnologías en su aprendizaje.

La muestra incluye a 325 estudiantes, sin presencia de datos perdidos, lo que permite asegurar la completitud y calidad del análisis. En suma, los resultados revelan una percepción claramente favorable hacia la eficiencia del aprendizaje mediado por tecnologías, aunque con una concentración considerable en los niveles altos de la escala, lo que podría responder a experiencias exitosas y generalizadas en el uso de tecnologías.

De manera global, los resultados reflejan una percepción generalizada de que las tecnologías digitales favorecen la eficiencia en el aprendizaje de las matemáticas. La tendencia hacia puntuaciones altas, reforzada por la asimetría negativa y la curtosis elevada, indica que una parte importante del estudiantado experimenta beneficios concretos al utilizar herramientas tecnológicas, ya sea en términos de comprensión de los conceptos fundamentales, rapidez o seguridad al resolver problemas matemáticos.

Esta valoración positiva resalta la necesidad de garantizar condiciones equitativas para que todos los estudiantes puedan acceder y beneficiarse de los recursos tecnológicos con igual eficacia. Para lograrlo, es fundamental que las políticas educativas consideren las grietas digitales existentes, inviertan en infraestructura y promuevan una formación continua tanto para estudiantes como para docentes.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que destacan que la eficiencia del aprendizaje mejora cuando los estudiantes están motivados, reciben apoyo adecuado y utilizan recursos tecnológicos como herramientas facilitadoras del proceso educativo. Por ejemplo, el estudio de Navas-Franco et al. (2024), encontró que la motivación intrínseca, combinada con un uso pedagógico de las TIC, se asocia con un mejor desempeño académico en matemáticas y una mayor autopercepción de competencia digital.

La figura 4 confirma esta tendencia: el mayor porcentaje de estudiantes se concentra entre los valores de 3 a 5, mientras que solo una minoría se ubica en los rangos más bajos (0 –2). Esto indica que, aunque existen casos de baja eficiencia, la mayoría de los estudiantes se siente relativamente competente al aplicar lo aprendido y la iniciativa de resolver problemas matemáticos utilizando recursos tecnológicos.

Tabla 4.

Estadísticas descriptivas de la variable eficiencia del aprendizaje

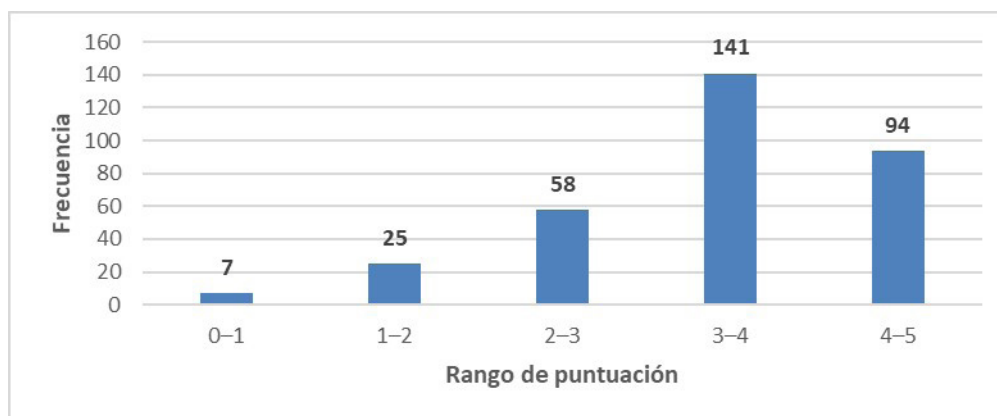
Variable	M	Me	s	Mín.	Máx.	Curtosis excesiva	Asimetría	N	Perdidos
Eficiencia del Aprendizaje	3.528	4.000	1.358	0.000	5.000	1.009	-1.214	325	0

Nota. Los datos representan el promedio de respuestas en escala de 0 a 5, a partir de 7 ítems relacionados con la percepción del estudiante sobre su eficiencia en el aprendizaje de las matemáticas.



Figura 5.

Distribución de los niveles de percepción de eficiencia del aprendizaje en estudiantes de secundaria



Nota. Distribución de estudiantes según su percepción de eficiencia al aprender matemáticas, agrupados en intervalos iguales. La mayoría se concentra entre los niveles 3 y 5, indicando una valoración generalmente favorable.

La tabla 5 presenta los estadísticos descriptivos y de normalidad para las variables latentes. En términos generales, las cuatro variables muestran modas de 3 o 4, lo que indica una tendencia de los participantes a seleccionar opciones intermedias o altas en la escala utilizada. Las medianas también se encuentran en ese rango, situándose entre 3.00 en el caso de Actitud y 3.71 para Eficiencia, lo cual refuerza la idea de una percepción favorable en estas dimensiones.

Respecto a la dispersión, los valores del recorrido intercuartílico (RIC) varían entre 1.14 y 1.33, siendo más elevado en Motivación, lo que indica una mayor heterogeneidad en las respuestas asociadas a esta variable. Además, los recorridos totales (mínimo a máximo) muestran que las respuestas cubren casi toda la escala, especialmente en Motivación (recorrido de 4.83), lo que indica una distribución amplia de percepciones entre los encuestados. Los intervalos de confianza al 95% de la media para cada variable son relativamente estrechos, lo que evidencia precisión en las estimaciones obtenidas.

En cuanto a la normalidad, los resultados del test de Shapiro-Wilk indican que ninguna de las variables sigue una distribución normal. Los valores del estadístico W son todos menores a 1, y los valores de p son significativamente bajos ($p < 0.05$), lo que permite rechazar la hipótesis de normalidad en todos los casos.

Esta desviación respecto a la normalidad también se refleja en los histogramas de densidad, donde se observan asimetrías leves y concentraciones de respuestas en los extremos superiores, particularmente en la variable Eficiencia. Estos gráficos permiten visualizar el comportamiento general de las respuestas en torno a cada constructo, identificando patrones de concentración, asimetrías y posibles sesgos en los datos. La inspección visual se complementa con los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk.



El análisis de los percentiles permite comprender cómo se distribuyen las respuestas dentro de cada variable. En Actitud, el 25% de los participantes obtuvo puntuaciones iguales o inferiores a 2.33, mientras que el 75% se ubicó por debajo de 3.50, con una mediana de 3.00, lo que indica una concentración moderada hacia el centro de la escala.

En Percepción, la mediana se eleva a 3.60, con un 75% de los casos por debajo de 4.20, lo que sugiere una percepción más favorable en comparación con Actitud. En el caso de Motivación, los percentiles 25 (2.50) y 75 (3.83) muestran una mayor dispersión, lo que refleja diferencias más marcadas en el nivel de motivación entre los participantes.

Finalmente, Eficiencia presenta la mediana más alta (3.71), con el 75% de los valores por debajo de 4.14, lo que evidencia una evaluación mayoritariamente positiva en esta dimensión. En conjunto, los percentiles revelan una tendencia general hacia puntuaciones medias-altas, aunque con variabilidad entre constructos.

Tabla 5.

Estadísticos descriptivos, intervalos de confianza y prueba de normalidad para las variables evaluadas

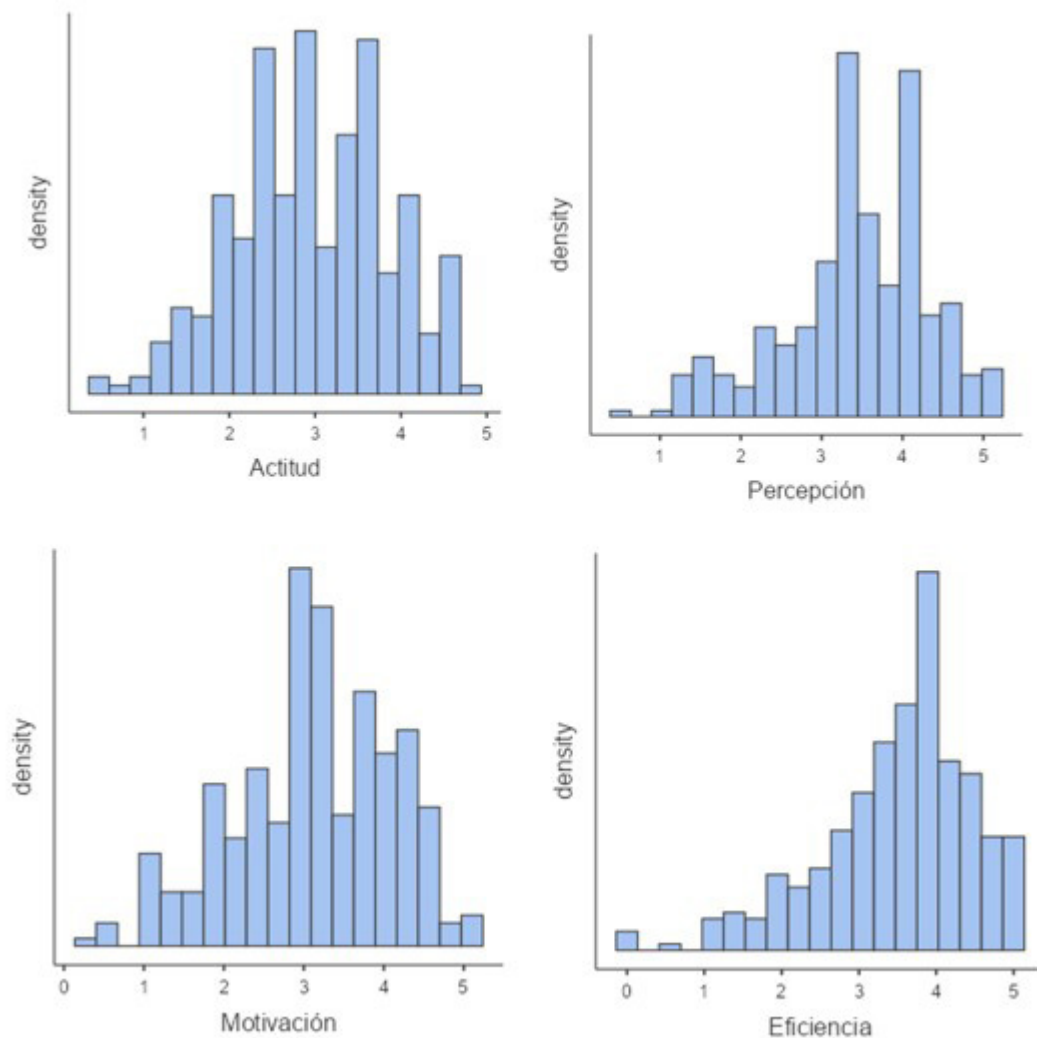
	Intervalo de Confianza al 95%						Shapiro-Wilk		Percentiles		
	N	Mín.	Máx.	Moda	RIC	Rec.	W	p	25	50	75
Actitud	325	2.85	3.04	3	1.17	4.33	0.989	0.013	2.33	3.00	3.50
Percepción	325	3.34	3.53	4	1.20	4.60	0.965	< 0.001	3.00	3.60	4.20
Motivación	325	3.00	3.21	3	1.33	4.83	0.978	< 0.001	2.50	3.17	3.83
Eficiencia	325	3.42	3.64	4	1.14	5.00	0.940	< 0.001	3.00	3.71	4.14

Nota. La tabla resume los resultados descriptivos para las variables, en una muestra de 325 participantes. Se incluyen los valores mínimos y máximos, el rango intercuartílico (RIC), el recorrido total (Rec.). Además, se presenta el estadístico Shapiro-Wilk (W) junto con su valor de p, el cual evalúa la normalidad de las distribuciones.



Figura 6.

Histogramas de densidad de las variables latentes: actitud, percepción, motivación y eficiencia



Nota. Los histogramas reflejan la distribución de las puntuaciones compuestas de cada variable latente utilizada en el modelo PLS-SEM.

Resultados del modelo estructural PLS-SEM

El modelo estructural fue evaluado mediante mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM) utilizando el software SmartPLS 4. Los resultados evidencian relaciones significativas entre las variables latentes propuestas, confirmando las hipótesis planteadas.

En primer lugar, la actitud hacia la tecnología mostró un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la motivación del estudiante ($\beta = 0.546$, $p < 0.001$). De igual forma, la percepción de utilidad de las tecnologías incidió favorablemente en la motivación ($\beta = 0.623$, $p < 0.001$). Estos hallazgos reflejan que tanto la valoración personal como la percepción de utilidad de los recursos digitales constituyen predictores relevantes del interés y disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje mediado por TIC.

Asimismo, la motivación del estudiante se consolidó como un factor clave al explicar la eficiencia del aprendizaje, con una relación significativa y de alta magnitud ($\beta = 0.645$, $p < 0.001$). Finalmente, la eficiencia del aprendizaje resultó ser un predictor directo del rendimiento en matemáticas, con un efecto elevado ($\beta = 0.814$, $p < 0.001$).

En cuanto a la capacidad explicativa del modelo, los valores de R^2 alcanzaron niveles adecuados: $R^2 = 0.460$ para la motivación, $R^2 = 0.569$ para la eficiencia y $R^2 = 0.528$ para el rendimiento matemático. Estos resultados indican una capacidad predictiva moderada a alta, mostrando que el modelo explica entre el 46 % y el 57 % de la varianza de las variables dependientes.

La tabla siguiente sintetiza los coeficientes de las rutas estructurales, su nivel de significancia y los valores de R^2 :

Tabla 6.

Coefficientes de ruta del modelo estructural (PLS-SEM)

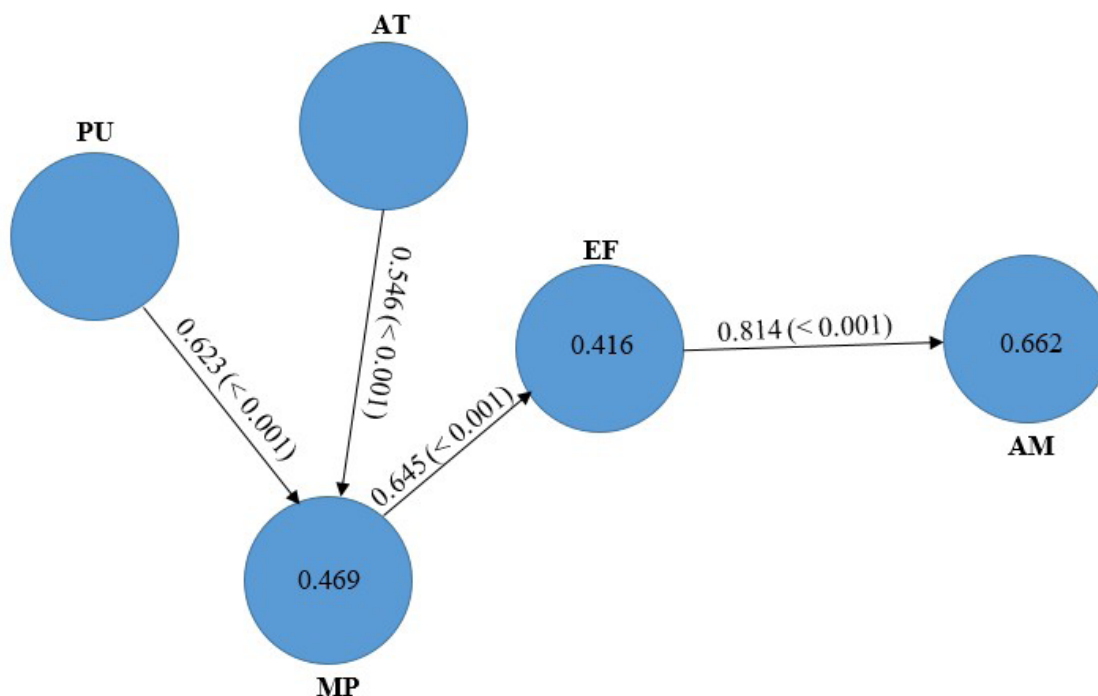
Relación	β (No estandarizado)	Error estándar	β estandarizado	t
Intercepto	1.002×10^{-7}	8.016×10^{-8}		1.249
Actitud $\rightarrow$ Motivación y participación	0.604	0.052	0.546	11.701
Percepción de utilidad $\rightarrow$ Motivación y participación	0.682	0.048	0.623	14.297
Motivación y participación $\rightarrow$ Eficiencia del aprendizaje	0.656	0.043	0.645	15.155
Eficiencia del aprendizaje $\rightarrow$ Aprendizaje de las matemáticas	0.629	0.025	0.814	25.161

Nota. β (no estandarizado) representa el coeficiente en unidades originales. β estandarizado indica la fuerza relativa de cada relación. El valor t permite evaluar la significancia estadística de cada hipótesis. Todos los valores son generados mediante análisis PLS-SEM en JASP.



Figura 7.

Modelo estructural propuesto para el aprendizaje de las matemáticas a partir del uso de tecnologías.



Nota. Las flechas representan las hipótesis formuladas, los valores numéricos indican los coeficientes estandarizados y los p en los paréntesis y el valor de R^2 dentro de los círculos.

4. DISCUSIÓN

En relación con el primer objetivo, los resultados del modelo estructural PLS-SEM evidencian que la actitud hacia la tecnología constituye un factor determinante en la participación del estudiante en el aprendizaje de las matemáticas. Este hallazgo concuerda con estudios como los de Alabdulaziz (2021) y De La Cruz (2024), quienes destacan que la disposición favorable hacia las tecnologías incide de manera positiva en la motivación y la predisposición al aprendizaje activo. De manera similar, investigaciones en el contexto latinoamericano (Courtney et al., 2022; Wang et al., 2021), muestran que la percepción positiva sobre la utilidad de las TIC incrementa la confianza y el interés de los estudiantes, lo cual coincide con la evidencia empírica encontrada en este estudio.

En cuanto al segundo objetivo específico, los resultados obtenidos reflejan que la tecnología impacta de forma significativa en la comprensión de conceptos matemáticos a través de un efecto mediado por la motivación, la participación y la eficiencia del aprendizaje. Esta relación causal, que muestra la importancia de la motivación como variable intermedia, es coherente con la teoría sociocultural de Vygotsky y con estudios recientes en entornos

digitales (Navas-Franco et al., 2024, Stefanile, 2020). Dichas investigaciones evidencian que los estudiantes motivados por herramientas tecnológicas interactivas desarrollan mejores estrategias de autorregulación, favoreciendo la comprensión de los contenidos matemáticos.

Asimismo, la fuerte relación encontrada entre motivación y eficiencia del aprendizaje ($\beta = 0.645$, $p < 0.001$) confirma lo reportado en trabajos como los de Alabdulaziz (2021), quien destaca que los entornos mediados por TIC potencian la autorregulación y el aprendizaje autónomo. Sin embargo, a diferencia de estos estudios realizados en contextos urbanos o con amplia disponibilidad de recursos, los resultados aquí presentados muestran que el nivel de apropiación tecnológica en zonas rurales de la República Dominicana depende en gran medida de la actitud del estudiante y de las mediaciones pedagógicas implementadas por el docente.

Por otro lado, aunque se observa una alta capacidad explicativa del modelo (R^2 entre 0.460 y 0.569), se evidencian limitaciones en cuanto a la formación docente y la infraestructura tecnológica disponible. Estos hallazgos difieren de lo planteado por Navas-Franco et al. (2024), quien reporta un dominio avanzado de tecnologías por parte de los profesores en su estudio, lo que favoreció una integración más profunda de las TIC al proceso de enseñanza. En el caso dominicano, gran parte del profesorado ha desarrollado competencias de manera autodidacta, lo cual puede limitar el aprovechamiento pedagógico de los recursos digitales.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten afirmar que la implementación de tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas favorece significativamente el rendimiento académico, siempre que se combinen tres factores: la actitud positiva del estudiante, la percepción de utilidad de los recursos y la mediación pedagógica adecuada. Esta conclusión guarda coherencia con estudios previos (Cevikbas y Kaiser, 2020; Olmedo et al., 2024), pero también aporta una visión contextualizada al evidenciar cómo en escenarios rurales con limitaciones estructurales las TIC actúan como mediadores simbólicos que amplían las posibilidades de aprendizaje. En este sentido, el aporte principal de este estudio radica en mostrar que, aun con restricciones de conectividad y acceso, la integración consciente y estratégica de recursos digitales puede transformar positivamente la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el nivel secundario.

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos obtenidos evidencian el cumplimiento de los objetivos propuestos en este estudio: Analizar la actitud de los estudiantes hacia el uso de tecnologías en el aprendizaje de matemáticas y determinar el impacto del uso de la tecnología en la comprensión de los conceptos matemáticos por parte de los estudiantes.

Se observó en los estudiantes una actitud favorable hacia la incorporación de tecnologías en el aula de matemáticas. Valoran estos recursos como herramientas que facilitan la comprensión, incrementan su interés y promueven una participación más activa.



Esta disposición favorable se asocia a un entorno escolar que integra videos, aplicaciones interactivas y otros medios digitales que permiten una experiencia de aprendizaje más significativa.

Asimismo, se comprobó que la percepción de utilidad que tienen los estudiantes sobre la tecnología influye de forma directa en su motivación y en su disposición para involucrarse en las actividades matemáticas. Cuando los recursos digitales se emplean de manera contextualizada y funcional, los estudiantes no solo se sienten más interesados, sino que también desarrollan una mayor autonomía en el estudio de los contenidos.

En relación con la eficiencia del aprendizaje, se evidenció que el uso adecuado de tecnologías incide en una mayor seguridad al resolver problemas, una mejor gestión del tiempo y un desempeño académico más consistente. Este aspecto indica que las tecnologías, integradas con criterios pedagógicos adecuados, potencian habilidades cognitivas en los estudiantes.

A modo general, el análisis del modelo estructural permitió identificar un vínculo claro y estadísticamente relevante entre la incorporación tecnológica y los procesos de aprendizaje en matemáticas. Este vínculo se configura a través de un recorrido que inicia en la actitud del estudiante, se fortalece con su percepción de utilidad, se manifiesta en niveles más altos de motivación y culmina en una mayor eficiencia en el aprendizaje.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún conflicto de intereses, ya sea de carácter financiero, laboral, institucional o personal, que pudiera haber influido en el desarrollo de la investigación ni en la redacción del presente artículo.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue desarrollada en el marco del programa de Doctorado en Educación con énfasis en Evaluación Educativa de la Universidad Adventista Dominicana (UNAD), con el respaldo académico y metodológico de su equipo docente. Agradezco profundamente a los centros educativos participantes del Distrito Educativo 11-05 de Altamira, Puerto Plata, por su apertura y colaboración en la recolección de datos. Asimismo, se reconoce el valioso apoyo de los expertos que participaron en la validación de los instrumentos de investigación, así como de los docentes, gestores y estudiantes que ofrecieron sus testimonios en las fases cualitativas del estudio. Finalmente, extendiendo un especial agradecimiento a mi directora de tesis, por su orientación crítica y acompañamiento continuo durante el proceso de elaboración del artículo.



CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

El autor principal asumió la concepción y diseño del estudio, la revisión de la literatura, la recolección y análisis de los datos, así como la redacción y estructuración del manuscrito. Asimismo, fue responsable de la interpretación de los resultados y de la elaboración de las conclusiones. La revisión crítica del contenido, la validación de los instrumentos y la aprobación final del documento también estuvieron a su cargo, garantizando la coherencia y calidad científica del trabajo.

FINANCIACIÓN

La presente investigación no contó con financiamiento de entidades externas. Los recursos utilizados para el desarrollo del estudio provinieron del esfuerzo y aporte personal del autor, tanto en la recolección de datos como en el procesamiento y análisis de la información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alabdulaziz, M. S. (2021). COVID-19 and the use of digital technology in mathematics education. *Education and Information Technologies*, 26, 7609–7633. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10602-3>
- Angulo-Guerrero, R. J., Acuri-Pacheco, D. A., Rivera-Quiñonez, E. D., Solís-Mina, J. J., Solís-Mina, R. R., & Solís-Mina, A. N. (2025). Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico mediante problemas de matemáticas aplicadas. *Star of Sciences Multidisciplinary Journal*, 2(1), 2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10201570>
- Barráez-Douglas, P. (2020). La educación a distancia en los procesos educativos: Contribuye significativamente al aprendizaje. *Revista Docentes 2.0*, 8(1), 41–49. <https://doi.org/10.37843/rtd.v8i1.91>
- Caiza-Reinoso, H. I. (2024). *Integración de las herramientas digitales para el logro del Aprendizaje Significativo de las Matemáticas en estudiantes de Bachillerato del Colegio particular Alfonso del Hierro La Salle, durante el período pospandemia* [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <http://hdl.handle.net/10644/10434>
- Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2020). The integration of digital technologies in mathematics education: A systematic review. *Educational Studies in Mathematics*, 104(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01191-5>





- Courtney, M., Karakus, M., Ersozlu, Z., & Nurumov, K. (2022). The Influence of ICT Use and Related Attitudes on Students' Math and Science Performance: Multilevel Analyses of the Last Decade's PISA Surveys. *Large-Scale Assessments in Education*, 10. <https://doi.org/10.1186/s40536-022-00128-6>
- De la Cruz, B. A. (2024). *Actitud y predicción en matemáticas del alumnado de segundo ciclo de nivel medio en República Dominicana*. [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/handle/10396/28277>
- Durán-Daza, F. L., Marín-Rendón, M., & Vera-Rosas, D. M. (2024). *Aportes para la reducción de la brecha digital en educación: Un análisis desde las prácticas docentes*. [Tesis de maestría, Universidad El Bosque]. <https://hdl.handle.net/20.500.12495/13402>
- Hair, J., & Alamer, A. (2022). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Research Methods in Applied Linguistics*, 1(3), 100027. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2022.100027>
- Iglesias-Labraca, J. M. (2021). *Modelos de Ecuaciones Estructurales*. [Trabajo de grado, Universidad de Almería]. <http://hdl.handle.net/10835/13177>
- Lafuente-Leal, I., Miranda-Mate, R., & Plaza-Izquierdo, S. (2024). Proyecto de drónica en el CRIE de Berlanga de Duero (Soria). *En Pluma y Arroba: Innovación Educativa 2023. STEAM, Aulas del Futuro, Sostenibilidad, Metaverso, IA*. Editorial Aula Magna.
- Maldonado-Soto, M. S. (2023). *Fundamentos teórico-epistemológicos en la formación docente, una mirada desde la neuroeducación*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental el Libertador-Venezuela]. <http://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/714>
- Mantilla-Crespo, P. A. (2022). Enseñanza innovadora de la matemática con mediación tecnológica: experiencia en una institución de educación superior. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 26(2), 162–185. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v26i2.1614>
- Matas-Terrón, A. (2023). *Modelos de ecuaciones estructurales con la librería SEM de R. Métodos de Investigación*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7817028>
- Mejía-López, A. D., Riofrio-Sarmiento, E. S., Mullo-Cóndor, K. S., & Calderón-Gutiérrez, J. P. (2024). Estrategias digitales en la enseñanza de matemáticas en la educación superior: efecto de las tecnologías en la comprensión y aplicación de conceptos. *REINCISOL: Revista de Investigación Científica y Social*, 3(6), 6049-6069. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9903901>

- Meléndez-Ruiz, R., & Páez-Paredes, M. (2020). Las actitudes con relación a las matemáticas y el desempeño algebraico en la asignatura Matemática. *Revista de Educación*, 18(4), 777-793. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7659686>
- Molina, S. M. (2024). *Constructos teóricos sobre la incidencia de la motivación en el aprendizaje significativo de las matemáticas en la zona del Catatumbo*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador]. <https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/1289>
- Montaño-Escobar, E., Cuero-Caicedo, F. B., & Barrera-Medina, D. R. (2023). Innovaciones en la pedagogía moderna: estrategias y tecnologías emergentes. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(2), 1041-1068. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/n2/264>
- Navas-Franco, L., Ortiz-Carrasco, W., Cabrera-Urbina, E., y Orna-Quintanilla, K. (2024). Efectividad de los Materiales Educativos en la Personalización del Aprendizaje. 593 *digital Publisher CEIT*, 9(5), 805-817. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9695803>
- Pari-Condori, A. (2021). Un nuevo enfoque de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas para el siglo XXI: método abierto basado en números. En *Didáctica de las matemáticas*. Universidad Nacional de Educación (pp. 17-48). <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/2122>
- Parra-Rodríguez, D. Y. (2024). *La evaluación del aprendizaje fundamentada en enfoques pedagógicos contemporáneos*. [Tesis doctoral. Universidad Pedagógica Experimental Libertador-Venezuela]. <http://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/1261>
- Peregalli, A. & Rodríguez, H. (2022). Innovación disruptiva y Nueva Identidad Docente Modelo AIE-UCA de formación por aptitudes. *Ciencia y Educación*, 6(1), 7–26. <https://revistas.intec.edu.do/index.php/ciened/article/view/2140>
- Poma-Santivañez, Y., Gamboa, R. P., Acuña-Condori, S. P., y Alanya-Beltrán, J. (2021). Desarrollo de competencias matemáticas en la educación básica regular: Revisión sistemática. *Centrosur Agraria*. <https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/122>
- Quispe, F. (2024). *Investigación de los factores que afectan a la alfabetización científica en estudiantes de secundaria mediante Modelamiento de Ecuaciones Estructurales*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Huancavelica-Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/8256>





- Rodríguez-Cubillo, M. R., del Castillo, H., & Arteaga-Martínez, B. (2021). El uso de aplicaciones móviles en el aprendizaje de las matemáticas: una revisión sistemática. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 36(1), 17-34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8468978>
- Santos-Torres, M. T. (2025). *Apropiación de recursos educativos digitales para la orientación docente en las estrategias didácticas del área de matemáticas en las secciones básica secundaria y media del colegio Guillermo León Valencia de Duitama*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia-Colombia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/68994>
- Solano-Hernández, E. (2023). *Estrategia metodológica para la integración de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje por parte de docentes de la educación superior colombiana* [Tesis doctoral, Universitat de les Illes Balears]. https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/160507/Solano_Hernandez_Ernesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Stefanile, A. (2020). The Transition from Classroom to Zoom and How It Has Changed Education. *Journal of Social Science Research*, 16, 33-40. <https://doi.org/10.24297/jssr.v16i.8789>
- Umanzor-Ramírez, G., & Ulloa-Guerra, O. (2020). Implementación de las TIC para fortalecer las competencias básicas en el área de matemáticas. *Santiago*, 152, 51-72. <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/5158>
- Villamizar-Mogollón, C. (2023). *Fundamentos teóricos para un aprendizaje significativo de las matemáticas desde la resolución de problemas en la educación básica colombiana*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador]. <http://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/766>
- Wang, H., Lin, H., Chen, Y., Pan, Y., & Hong, Z. (2021). Modelling relationships among students' inquiry-related learning activities, enjoyment of learning, and their intended choice of a future STEM career. *International Journal of Science Education*, 43(1), 157-178. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1860266>