



Innovación pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas para estudiantes de Educación General Básica considerando las Tecnologías de la Información y la Comunicación

Pedagogical innovation in the teaching-learning process of mathematics for students of Basic General Education considering Information and Communication Technologies

Freddy Bayron Potes-Duque

Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador

fpotes@est.ups.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-8060-9593>

Johnny José Jiménez-Contreras

Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador

jjimenez@ups.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-4977-910X>

Recepción: 14/07/2023 | Aceptación: 26/10/2023 | Publicación: 24/11/2023

Cómo citar (APA, séptima edición):

Potes-Duque, F. B., y Jiménez-Contreras, J. J. (2023). Innovación pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas para estudiantes de Educación General Básica considerando Tecnologías de la Información y la Comunicación. *INNOVA Research Journal*, 8(3.1), 25-44. <https://doi.org/10.33890/innova.v8.n3.1.2023.2319>

Resumen

Las Matemáticas son consideradas como una ciencia exacta en las competencias del currículo de Educación Básica, actualmente con estudiantes nativos digitales en las aulas. Para una acertada aplicación de Tecnologías de Información y Comunicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, es necesaria una conexión con los procesos experienciales y las innovaciones educativas. El objetivo de este artículo fue implementar la estrategia de innovación pedagógica en la enseñanza-aprendizaje basada en TIC en el campo de las matemáticas de educación básica y evaluar sus efectos. Se utilizó un enfoque transversal mixto, un análisis sistemático de la literatura correlacionada de la base de datos Scopus y el análisis bibliométrico de la literatura utilizando criterios de exclusión de palabras clave en la herramienta VOSviewer. Se

identificaron las principales estrategias pedagógicas de las innovaciones educativas existentes que aplican las TIC específicas de las matemáticas. Luego, en el desarrollo de un plan de lección en un curso de 10mo para la Educación Básica de matemáticas en una institución educativa, se implementó la estrategia de innovación educativa con una muestra de 22 estudiantes, entre los cuales los estudiantes reconocieron y aplicaron un índice de percepción de 95,45% en el aprendizaje y calificaron a las herramientas TIC aplicadas con el 100% de usabilidad, utilidad y aplicabilidad, además, se demostró una tasa de satisfacción de aprendizaje del 100%. Al evaluar el proceso se evidenció que 95,46% de estudiantes mejoran el rendimiento y desempeño alcanzando los objetivos académicos sustentados en integración de modelos y estrategias de aprendizaje activo.

Palabras claves: estrategias de enseñanza; TIC; innovación educativa; matemáticas.

Abstract

Mathematics is considered an exact science in the competencies of the Basic General Education curriculum, especially when there are digital native students in the classroom. The application of information and communication technologies in the teaching-learning processes of mathematics requires a connection with experiential processes and educational innovations. The objective of this article was to implement the strategy of pedagogical innovation in ICT-based teaching-learning in the field of higher education mathematics and to evaluate its effects. A mixed cross-sectional approach was used, a systematic analysis of the correlated literature from the Scopus database and bibliometric analysis of the literature using keyword exclusion criteria in the VOSviewer tool. The main pedagogical strategies of existing educational innovations that apply ICT specific to mathematics were identified. Then, in the development of a lesson plan in a 10th grade course for Basic General Mathematics Education of an educational institution, the educational innovation strategy was implemented with a sample of 22 students, among which the students recognized and applied a perception index of 95.45% in learning and qualified the ICT tools applied with 100% usability, utility and applicability, and a learning satisfaction rate of 100% was also demonstrated. At the end of the evaluation process, it was possible for 95.46% of students to improve performance and performance, reaching the academic objectives supported by the integration of models and strategies of active learning.

Keywords: learning strategies; ICT; educational innovation; mathematics.

Introducción

La innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje se encuentra actualmente en un continuo análisis y debate reflexivo por lo que, el docente debe enfrentar su presencia en las diferentes áreas del conocimiento, esto implica, aplicar la innovación de las prácticas docentes en las guías y currículos (Tena et al., 2021). La importancia de investigar las herramientas y aplicaciones TIC disponibles para su uso en el proceso educativo radica no solo en conocerlas sino también en identificar cómo evaluarlas con criterios estandarizados que permitan establecer accesibilidad universal, escalabilidad, con criterios de equidad e inclusión, respetando las reglas de didáctica y pedagogía con énfasis en la innovación continua y sostenida (Lozano García, 2021).

Cuando se hace referencia a las nuevas TIC para mejorar la enseñanza-aprendizaje en matemáticas, es principalmente el uso de calculadoras científicas, calculadoras gráficas, simuladores, hojas de cálculo, pizarras digitales, diseño asistido por computador, videos

(YouTube) y plataformas en línea (Lecaros Palma, 2021). Para implementar las TIC y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, los profesores deben estar altamente calificados (Gómez-Carrasco et al., 2020). La integración de las aplicaciones TIC en los procesos de mejora de la enseñanza y el aprendizaje es un reto para demostrar su máximo potencial. Los avances en la educación inclusiva y el desarrollo de un pensamiento pedagógico en el que se consideren los beneficios de las TIC en la educación dentro de una sociedad digitalizada siguen siendo insignificantes en la medida en que la metodología tradicional de enseñanza-aprendizaje se centra en clases magistrales y libros de texto (Palomares-Ruiz et al., 2020). En el contexto actual, los futuros profesores son los nativos digitales que están siendo educados en esta era digital (Ndlovu et al., 2020). Satisfacer las necesidades educativas de la sociedad moderna significa básicamente cambiar la imagen de la educación centrada en el profesorado, las nuevas formas de construir conocimiento tienen un potencial real para transformar el proceso de enseñanza y aprendizaje, para imaginar un entorno educativo diverso en el que el papel del estudiante se tome en serio (Açikgöl y Şad, 2020). La innovación pedagógica es la estrategia para integrar creativamente la práctica pedagógica con los actores de la comunidad educativa (Jegadeeswari et al., 2021). Los docentes entienden que adaptarse al contexto digital actual es una necesidad y un compromiso, la integración de las TIC en las prácticas pedagógicas implica un mayor esfuerzo y dedicación; lo que desde la percepción docente no es una ventaja para su rol profesional (Veiga y de Andrade, 2021). El profesor necesita mejorar y enriquecer las oportunidades de aprendizaje para enseñar a sus estudiantes de manera significativa con el apoyo de las nuevas TIC (Álvarez-Rodríguez, 2019).

Una de las grandes hipótesis en la integración de las TIC en el mundo educativo es que para generar innovación pedagógica no basta con introducir una estructura y recursos informáticos (Pozo-Sánchez et al., 2021). Las principales limitaciones para implementar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje varían según las habilidades tecnológicas de profesores y estudiantes (Kim, 2020). La brecha digital que existe en la era actual se refiere a la fuerte desigualdad que existe entre quienes pueden acceder a nuevas plataformas y herramientas TIC y quienes no (Montenegro et al., 2020), así como aquellos que no tienen el grado de conocimiento de las tecnologías digitales (Juan, 2019).

El propósito de este artículo es explorar las estrategias de innovación educativa más aplicadas para utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para estudiantes de educación general básica superior y evaluar su impacto en el aprendizaje.

Trabajos relacionados

Las políticas educativas centralizadas han sido otro factor que ha tenido un impacto desequilibrado en los planes de integración de las TIC en las escuelas (Román García y Prendes Espinosa, 2020). Aprender matemáticas requiere una alta abstracción de conceptos para comprender diversos fenómenos y situaciones que ocurren en la vida cotidiana (Das, 2019). La tecnología ha facilitado enormemente nuestro enfoque y comprensión de los diversos fenómenos de esta ciencia (Jeong y González-Gómez, 2020). Por lo tanto, la incorporación de tecnología es una buena alternativa para apoyar los procesos de enseñanza (Theobald et al., 2020). No hay límites cuando se trata de la aplicación de una tecnología en el ámbito educativo, ya que puede implementarse en diferentes actividades de enseñanza-aprendizaje (Hernandez-de-Menendez y

Morales-Menendez, 2019). Varias estrategias han demostrado su utilidad en el proceso de aprendizaje académico como el aprendizaje basado en proyectos e invertido complementado con la integración de los modelos TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) y SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition) en la mediación con las Tecnologías de la Comunicación y la Información, apoyadas en la interactividad y flexibilidad de la filosofía STEAM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) y el desarrollo del aprendizaje crítico (Campos Retana, 2021). La metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permite a los estudiantes aprender en escenarios reales y el uso de simuladores en el aprendizaje constituye una estrategia válida que mejora significativamente la práctica educativa (Del Valle-Ramón et al., 2020). Los estudiantes logran el aprendizaje de forma autónoma mediante la aplicación de las TIC y procesos de aprendizaje basados en proyectos de ABP que fomentan la experimentación con la aplicación de simuladores (Salido López, 2020). Para lo cual, el profesor es guía y desarrollador de contenidos académicos didácticos, motivando a los estudiantes de manera significativa (Vargas Vargas et al., 2020).

El aprendizaje invertido está desatendido cuando los estudiantes están fuera del aula para interactuar con el contenido educativo (Sucari et al., 2019). Para aplicar esta interacción, se necesitan las plataformas y herramientas digitales generadas por el profesor a cargo (Hinojo Lucena et al., 2019). La efectividad del aprendizaje invertido en comparación con los estilos de aprendizaje tradicionales, en los que no se utiliza la tecnología, se ha evidenciado en la literatura científica, los estudiantes muestran una actitud activa antes, durante y después de la clase, así como un papel docente orientado a guiar y guiar el proceso de instrucción (Moreno-Guerrero et al., 2021).

El modelo TPACK establece que para implementar un proceso de aprendizaje utilizando la tecnología, se debe considerar el dominio integrado del conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinario (Area y Adell, 2021). El modelo pedagógico SAMR propuesto para mejorar la incorporación de las TIC en la elaboración de actividades del proceso de enseñanza-aprendizaje se compone de cuatro etapas que corresponden a: reemplazar – aumentar – modificar y redefinir siendo la sustitución y aumentar las claves para mejorar, y las etapas de modificar y redefinir para transformar (Shouman, D., Momdjian, 2019).

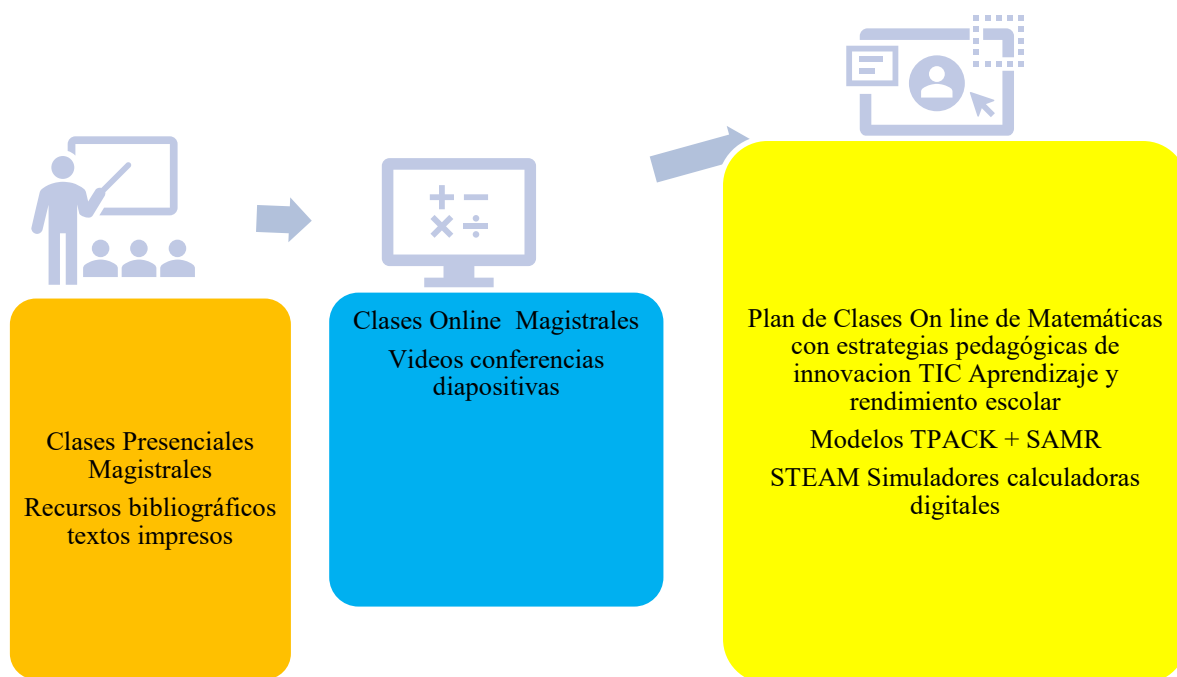
La interactividad y flexibilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje introducida por las TIC permite a los estudiantes atender contenidos académicos de manera integral con la ayuda de tecnologías como la realidad aumentada e inmersiva, los profesores de áreas STEAM que aplican las TIC suelen obtener mejores resultados en menos tiempo, facilitando la atención y comprensión de los estudiantes (Paunova-Hubenova et al., 2019). La implementación de la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), en las escuelas secundarias, es una estrategia efectiva que formula la innovación y la creación de recursos educativos abiertos (Gillet et al., 2019).

El desarrollo de la tecnología sumado a las estrategias de aprendizaje activo contribuye a mejorar el desempeño en el área de las matemáticas, logrando un aprendizaje efectivo con diferentes métodos de aprendizaje activo, motivando la atención y participación de los estudiantes siguiendo las dinámicas de hacer, revisar, aprender y aplicar (Lopez-Caudana et al., 2020).

La Figura 1 muestra la propuesta de innovación docente aplicada al proceso de enseñanza y aprendizaje a partir de clases presenciales y en línea, y posteriormente la incorporación de nuevas herramientas habilitadas por las TIC, en la planificación de clases en el campo de las matemáticas cambiando el desarrollo de escenarios de innovación educativa como: simuladores STEAM, calculadoras digitales gráficas, para actividades de desarrollo de contenido, actividades en el aula, desarrollo de ejercicios y evaluación del aprendizaje.

Figura 1

Propuesta de Estrategias de innovación Educativa aplicando TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje de matemáticas en Educación Básica



Metodología

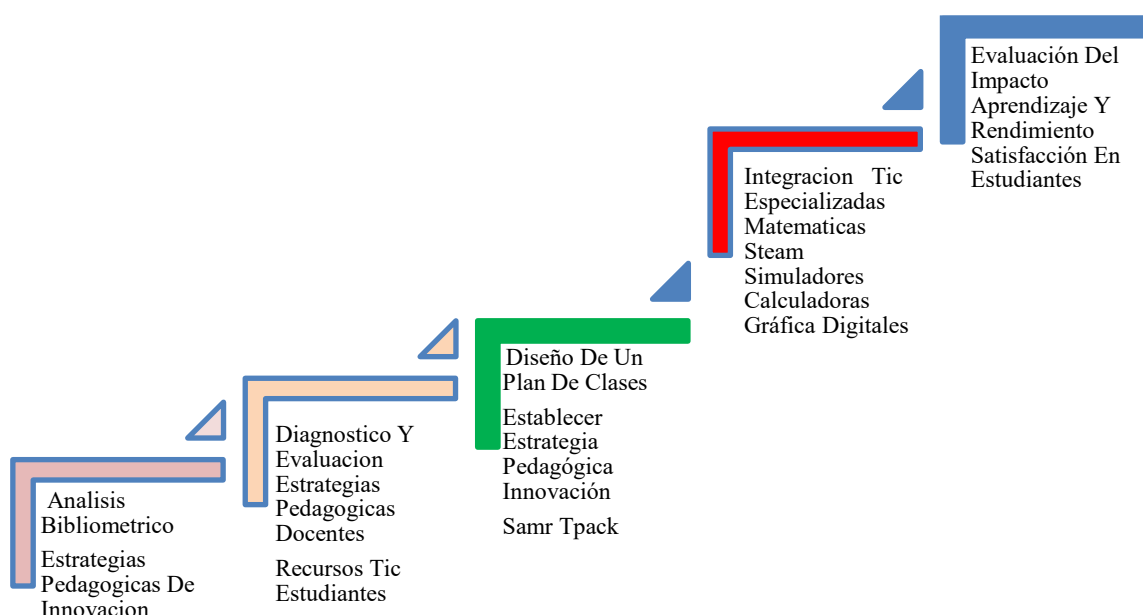
La presente investigación se desarrolló mediante la metodología descriptiva interpretativa con enfoque mixto esto es cualitativo y cuantitativo, considerado como un método válido, a través de la selección de una fuente de datos documental como el análisis de la literatura relacionada para establecer de acuerdo a los objetivos la interpretación de realidades, metodologías y técnicas aplicadas con resultados satisfactorios (Guevara et al., 2020).

Es de vital importancia reconocer las estrategias de innovación pedagógicas aplicada para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y evaluar su impacto utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación de las matemáticas de Educación General Básica Superior EGBS, por lo cual, se estableció inicialmente un análisis bibliométrico, a continuación un diagnóstico de estrategias aplicadas por los docentes y los recursos TIC disponibles de los

estudiantes, posteriormente, se diseña un plan de clase mediante la integración de los modelos TPACK y SAMR, a continuación, se integra en el desarrollo del plan de clase las modificaciones y aumentos de herramientas TIC especializadas en matemáticas y modelos STEAM como simuladores y herramientas digitales de cálculo, al concluir se evalúa el impacto del aprendizaje y rendimiento obtenidos durante el proceso de innovación como se detalla en la Figura 2.

Figura 2

Ciclo propuesto para establecer estrategias pedagógicas Investigación en innovación educativa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas utilizando las TIC



Para identificar las estrategias pedagógicas de innovación con mayor aporte científico en el campo de la innovación educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje utilizando las TIC, se realizó un análisis bibliométrico de artículos científicos de alcance mundial, regional y nacional, de los últimos años a partir del año 2019 a través de VosViewer y análisis de correlación en un mapa de red. Se utilizaron palabras clave de estrategia, innovación educativa, TIC y matemáticas en la base de datos de artículos científicos Scopus.

En el desarrollo de la investigación se tuvieron disponibles 3 paralelos de Educación General Básica Superior (EGBS: octavo, noveno y décimo) de un establecimiento educativo de la ciudad de Guayaquil, donde en una primera etapa, se llevó a cabo una encuesta con la ayuda de la escala de Likert a un grupo de 9 docentes de Educación General Básica Superior, especializados en esta materia identificar las estrategias de enseñanza que los maestros usaron principalmente para crear planes de lecciones y planes micro curriculares, de igual manera, en esta encuesta se evaluaron diversas temáticas y contenidos, los cuales fueron clasificados en las siguientes secciones: Operaciones Básicas, Conjuntos, Álgebra, Funciones Lineales, Trigonometría y Geometría, Ecuaciones y Estadística. Además, era de interés conocer en qué actividades del plan

de clases y micro curricular los docentes utilizan las TIC, para lo cual, se establecieron las siguientes etapas del plan de clases: Introducción emocional, Tareas, Evaluación, Actividades colaborativas, aprendizaje invertido, aprendizaje significativo. A continuación, se consultó a los docentes si los estudiantes tenían un cierto nivel de familiaridad y conocimiento con relación al uso de herramientas tecnológicas aplicadas en matemáticas, por lo cual se utilizaron las categorías de alto, medio y bajo. De esta forma, se buscó obtener información relevante que permita mejorar la enseñanza de las matemáticas y brindar herramientas efectivas para el aprendizaje de alumnos de matemáticas.

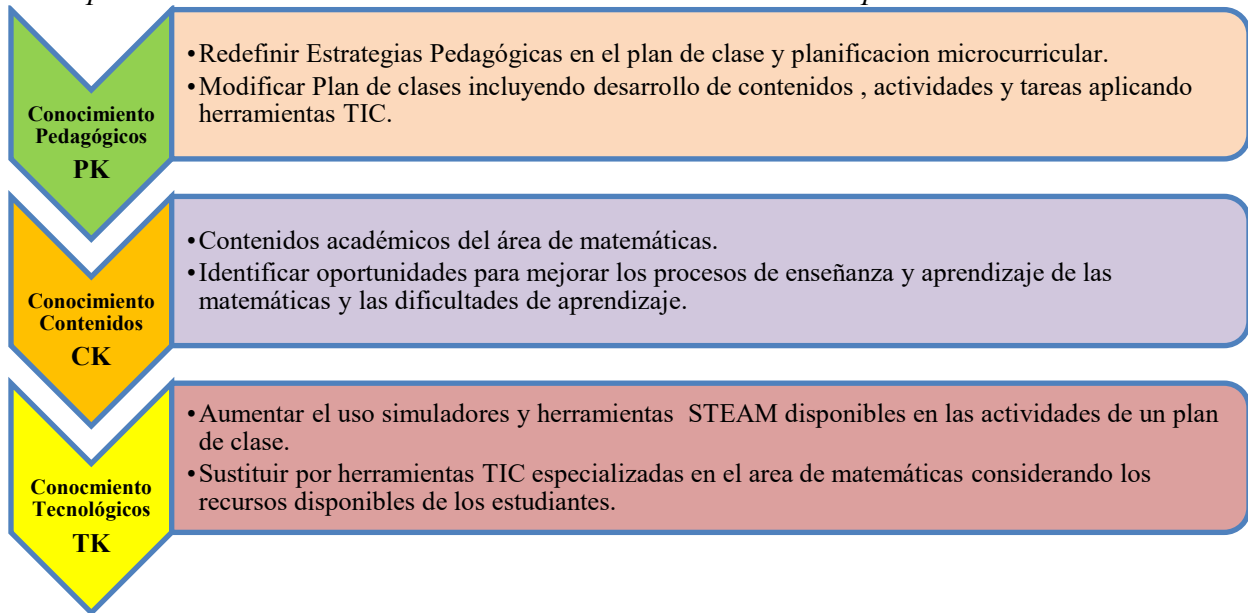
En una segunda etapa, de los 9 docentes originalmente seleccionados del área de matemáticas, finalmente, se decidió escoger a un docente de décimo de educación general básica, que posea la mayor experticia y experiencia en la utilización de herramientas tecnológicas. A este docente se le consultó sobre las herramientas TIC que aplicaban recurrentemente en el desarrollo de un plan de clase Online, y respondió: Microsoft Teams, YouTube, Power Point, Excel y de manera eventual Canvas, Quizizz, Google Classroom, Kahoot.

En una tercera etapa, de una población de 181 alumnos contenidos en los 3 paralelos de Educación General Básica Superior (EGBS), se escogió como muestra a 22 estudiantes del 10° año de EGBS con edades comprendidas entre los 14 y 15 años, debido a que se podían escoger contenidos académicos de mayor relevancia para el estudio, se utilizó una técnica de muestreo escogida por conveniencia. A estos estudiantes se les realizó una encuesta con el fin de conocer qué dispositivos utilizaban para conectarse a las clases virtuales. La encuesta se llevó a cabo utilizando Google Form y se les preguntó a los alumnos si utilizaban PC de escritorio, tabletas, teléfonos inteligentes o computadoras portátiles para acceder a las clases. La finalidad de esta encuesta fue determinar las limitaciones y facilidades que enfrentan los estudiantes en cuanto a la interacción y dinámicas de las actividades de las herramientas tecnológicas. Por tal motivo, se obtuvo información valiosa para mejorar la calidad de las clases virtuales y adaptar las herramientas TIC a las capacidades y recursos de los alumnos.

El plan de clase para el área de matemáticas se desarrolló con la aprobación del docente correspondiente, incorporando los modelos TPACK y SAMR en la planificación micro curricular con contenidos técnicos pedagógicos. En la Figura 3 se ilustran las acciones de innovación educativa que se emplearon en la elaboración del plan de clase, haciendo uso de herramientas especializadas de matemáticas como la simulación y el cálculo de funciones matemáticas. Se identificaron oportunidades de mejora y se aplicaron estrategias de aprendizaje con el uso de los modelos TPACK y SAMR, siguiendo un proceso de innovación que incluyó la evaluación diagnóstica y la presentación del tema. Se determinaron métodos específicos para abordar las dificultades que tienen los estudiantes en el aprendizaje de matemáticas, enfocándose tanto en las competencias de razonamiento matemático y lógico, como en el uso de herramientas TIC.

Figura 3

Integración de Modelos TPACK y SAMR para la innovación pedagógica tecnológicos aplicado en un plan micro curricular en el área de Matemáticas de EGB Superior



Además, se realizó una encuesta a los mismos 10 estudiantes acerca de la percepción del aprendizaje de las matemáticas, con la escala de 1 a 10, siendo 1 la escala de poca percepción y 10 la escala de mayor percepción de aprendizaje, usabilidad, satisfacción y utilidad con los recursos y actividades del desarrollo del Plan de Clase en las fases previa y posterior de la aplicación de la muestra, como se muestra en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1

Valoración de la percepción según indicador

| Indicador | Valoración de la percepción |
|---|--|
| Aprendizaje: El estudiante percibe que aprendió y comprende los contenidos del Plan de clase. | 1 menor percepción, 10 máxima percepción |
| Usabilidad: El estudiante manifiesta la facilidad de uso de la Herramienta TIC aplicada. | 1 menor percepción, 10 máxima percepción |
| Satisfacción: El estudiante se sienta satisfecho del conocimiento aprendido. | 1 menor percepción, 10 máxima percepción |
| Utilidad: El estudiante considera que es útil las herramientas TIC aplicadas. | 1 menor percepción, 10 máxima percepción |

Para evaluar el rendimiento del aprendizaje se elaboró una prueba de los contenidos desarrollados en las actividades del plan de clases con el tema asignado función lineal con las herramientas TIC, se solicitó al docente los resultados del rendimiento escolar referente al mismo tema de los 22 estudiantes, utilizando un indicador relacionado con el rendimiento escolar, y clasificándolo de acuerdo con las categorías mostradas en la tabla 2.

Tabla 2

Valoración de rendimiento escolar

| Indicador | Rendimiento escolar |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Alcanza el puntaje máximo requerido | 20 puntos |
| Alcanza el puntaje requerido | De 15 a 19 puntos |
| Alcanza el puntaje mínimo requerido | 14 puntos |
| No alcanza el puntaje requerido | 1 a 13 puntos |

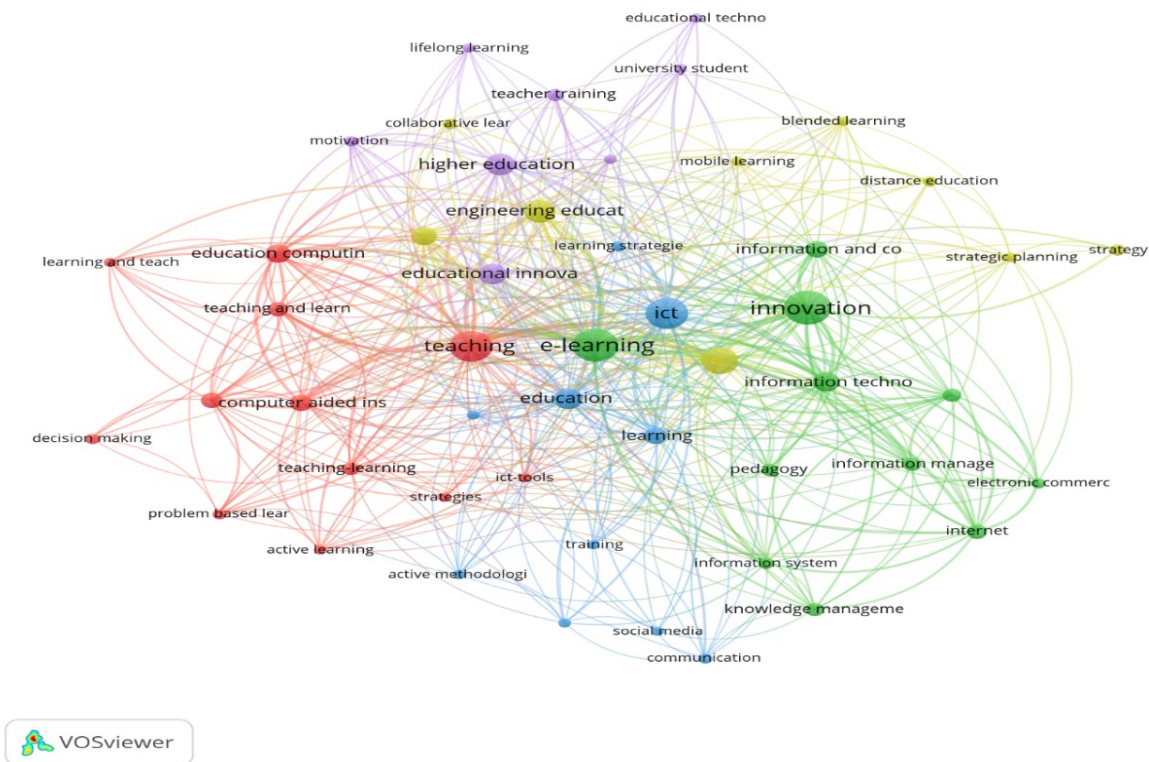
Para finalizar se realizó una comparación de los resultados de esta investigación tanto Pre-test y Post-test de la percepción del aprendizaje y la diferencia del rendimiento en el aprendizaje de los contenidos desarrollados en el plan de clase de matemáticas haciendo uso de estrategias pedagógicas de aprendizaje para la innovación educativa en estudiantes de Educación General Básica Superior.

Resultados

Se realizó una búsqueda exhaustiva de trabajos académicos utilizando criterios de selección correspondiente a la Base de datos bibliográfica Scopus, abarcando desde el año 2018 hasta el 2022. Se emplearon palabras clave específicas, como "Estrategias pedagógicas", "Innovación" y "TIC", lo que arrojó un total de 61 artículos relacionados. Posteriormente, se realizó un análisis bibliométrico correlacional de las palabras clave utilizando la herramienta VOSviewer, con el fin de crear un mapa de red que destacara las estrategias de aprendizaje innovadoras que involucran el uso de TIC y que fueron abordadas en los diferentes artículos científicos de investigación. Entre las estrategias resaltadas se encontraron el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje activo, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje semipresencial o blended learning, el flipped learning conocido como aula invertida, el móvil learning, el social media, y el aprendizaje basado en retos, como se puede ver en la Figura 4.

Figura 4

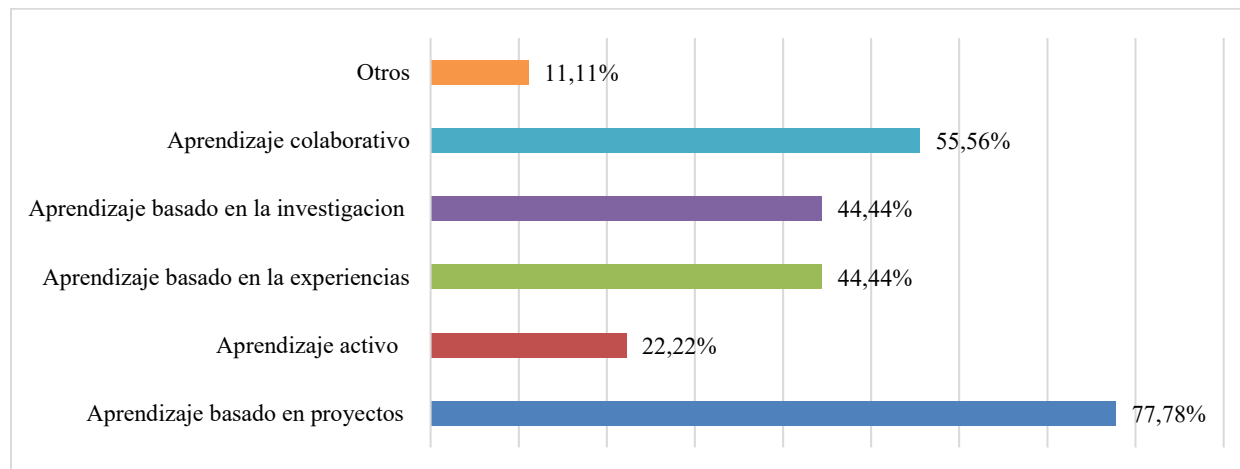
Análisis bibliométrico en VOSviewer correlacional de artículos de la base de datos bibliográfica Scopus sobre estrategias de Innovación Educativa que aplican TIC en la innovación educativa



En esta sección se consideraron los resultados de una reunión con los docentes de la institución educativa que describieron estrategias pedagógicas que usaba el personal docente en el desarrollo de contenidos de aprendizaje los cuales se describen en la figura 5, este análisis se realizó previo a la implementación de la estrategia de innovación para lo cual se realizó una encuesta a 9 docentes de EGB que impartían clases de matemáticas en la institución educativa de lo cual se estableció que el 77.8% usualmente aplicaban el aprendizaje basado en proyectos, el 55.56% ocasionalmente usaban aprendizaje colaborativo, el 44.44% aprendizaje basado en experiencias y en la investigación, el 22.22% aprendizaje activo y otras estrategias 11.11%.

Figura 5

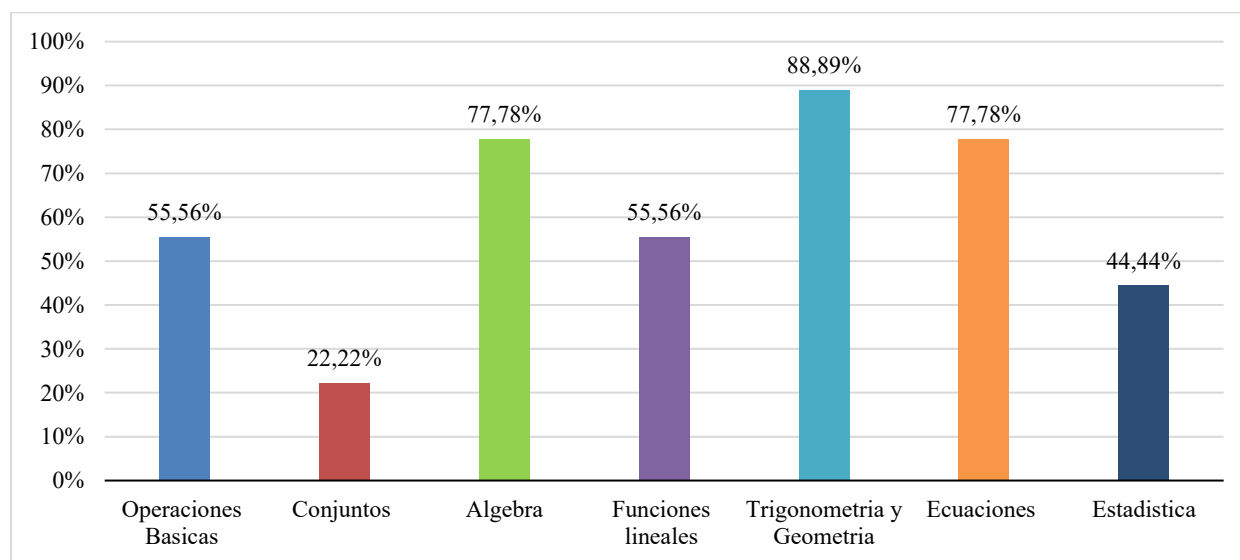
Tipos de Estrategias de aprendizaje usados por docentes al inicio del proceso de propuesta de innovación aplicando las TIC



Sobre la percepción de dificultades de aprendizaje en matemáticas en los alumnos de educación general básica superior, se preguntó a los docentes ¿En qué contenido(s) considera usted que los estudiantes tienen dificultades de aprendizaje? y se obtuvieron los siguientes resultados: Trigonometría y Geometría 88.89%, Álgebra y Ecuaciones 77.78%, Operaciones básicas y Funciones lineales 55.56%, Estadística y Probabilidad 44.44% y Conjuntos 22.22% de acuerdo con la figura 6.

Figura 6

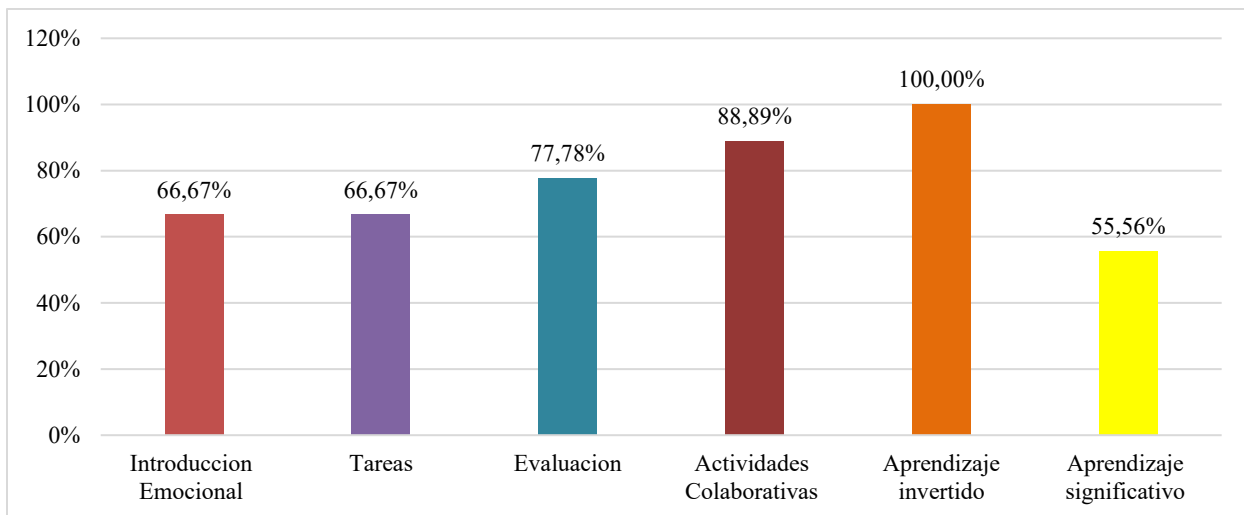
Percepción de dificultades en el aprendizaje de Matemáticas en EGBS



En relación con el uso de herramientas TIC en los procesos aprendizaje en el plan de lección pretest, se preguntó a los docentes ¿En el desarrollo del plan de clase en cuál(es) de las actividades utiliza las TIC? y se obtuvieron los siguientes resultados: el 100% en el aprendizaje invertido, 88.89% en actividades colaborativas de los estudiantes, en Evaluación un 77.78%, en la introducción emocional y tareas un 66.67%, en aprendizaje significativo 55.56% como se puede observar en la figura 7.

Figura 7

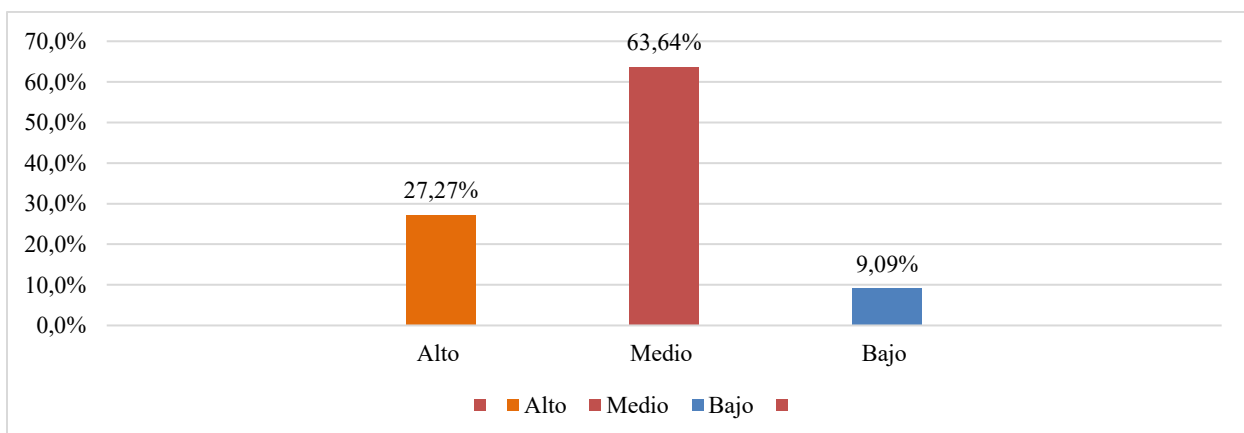
Uso de herramientas TIC en el proceso de aprendizaje en el plan de lección pre-test



En relación con el nivel de conocimiento del uso de las TIC, se preguntó a los docentes ¿Cuál cree usted que es el nivel de conocimiento tienen sus estudiantes en el uso de las TIC para aprender matemáticas? y se obtuvieron los siguientes resultados: El 63,64% lo considera nivel medio, el 27,27% nivel alto y el 9,09% nivel bajo. Estos resultados se ilustran en la Figura 8.

Figura 8

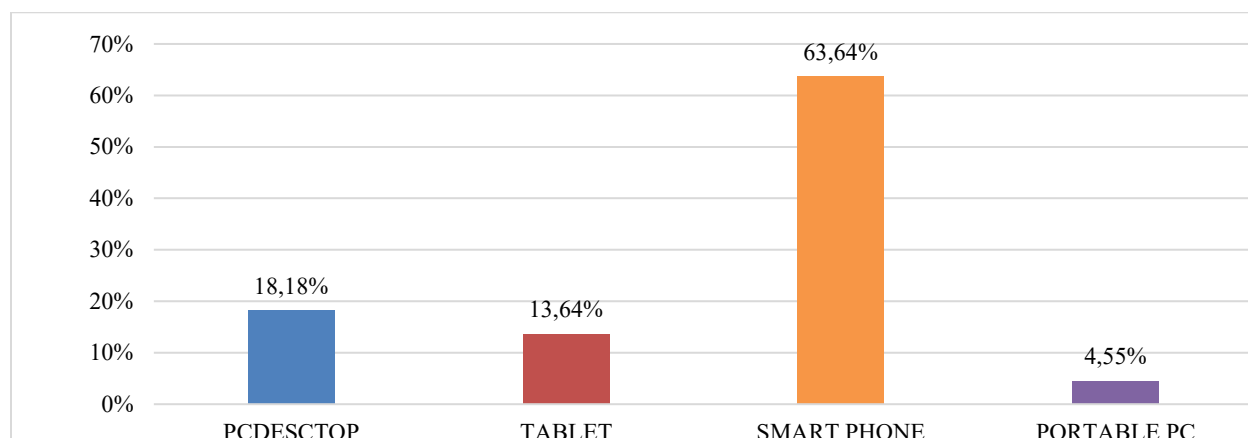
Nivel de conocimiento de los estudiantes en el uso de TIC en matemáticas



A los estudiantes se les realizó la pregunta ¿Con qué dispositivo se conecta a las clases virtuales? y se obtuvieron los siguientes resultados: el 63.64% usaban Smartphone, el 18.18% PC Desktop, el 13.64%, tablet y 4.55% PC portátil, esto indica que se deben usar aplicaciones amigables en formatos de pantalla diversos y con capacidad de registros de memoria limitados. Estos resultados se pueden apreciar en la figura 9.

Figura 9

Forma de conectividad de los Estudiantes en las clases Online y el uso de TIC



Para el plan de clases sobre la función lineal en la Tabla 3, se tomó en cuenta que la mayoría de los estudiantes usan teléfonos inteligentes, por lo que las herramientas utilizadas debían ser compatibles con todos los dispositivos de los estudiantes para mantener la equidad. Para lograr esto, se usaron herramientas especializadas de matemáticas, como la Calculadora Matemática GeoGebra y el simulador PHET en línea de la Universidad de Colorado. Los accesos al GeoGebra y al simulador PHET se registraron en la Figura 10 y Figura 11, respectivamente.

Tabla 3

Datos informativos del plan de Clase

| Área | Matemáticas |
|-----------------------|--|
| Tema | Función lineal |
| Estrategias aplicadas | Aprendizaje activo, colaborativo, STEAM |
| TIC | Microsoft Teams, GeoGebra, Simulador PhET |
| Actividades | Diapositivas, Dinámicas, Ejercicios, Evaluación. |

Figura 10

GeoGebra Suite Calculadora

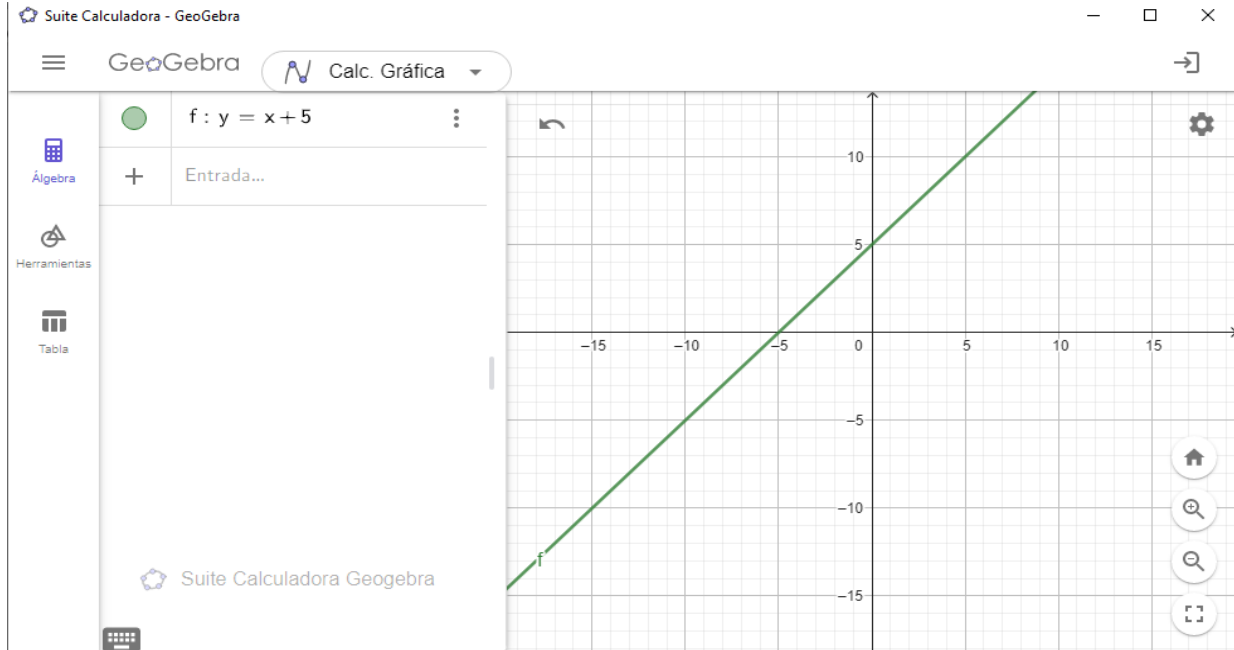
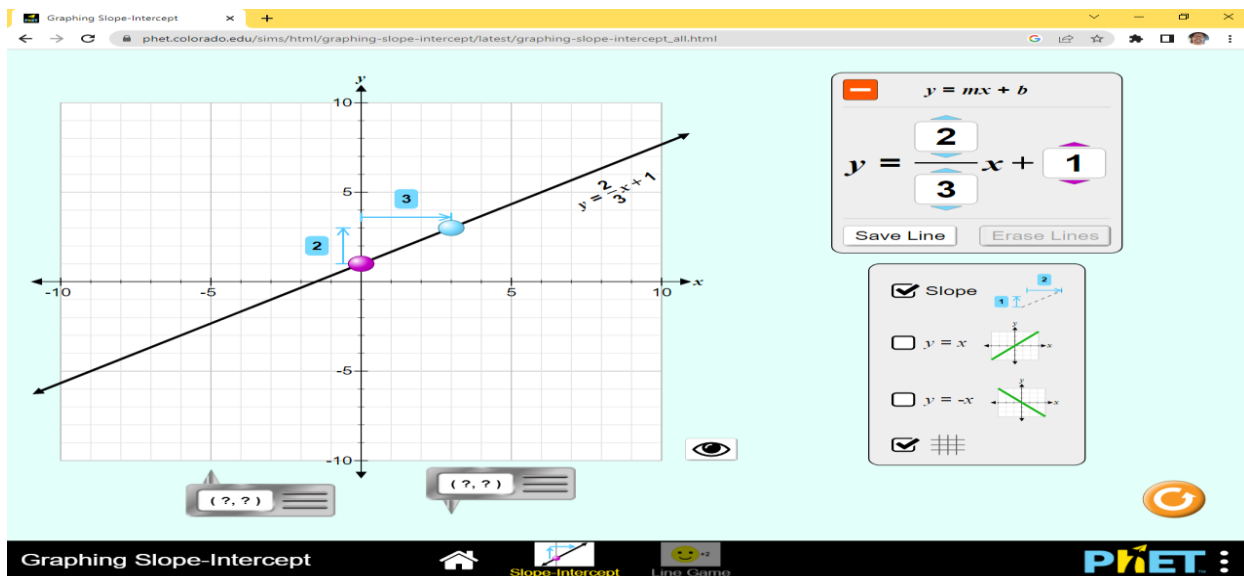


Figura 11

Simulador en línea PETH Graficando rectas

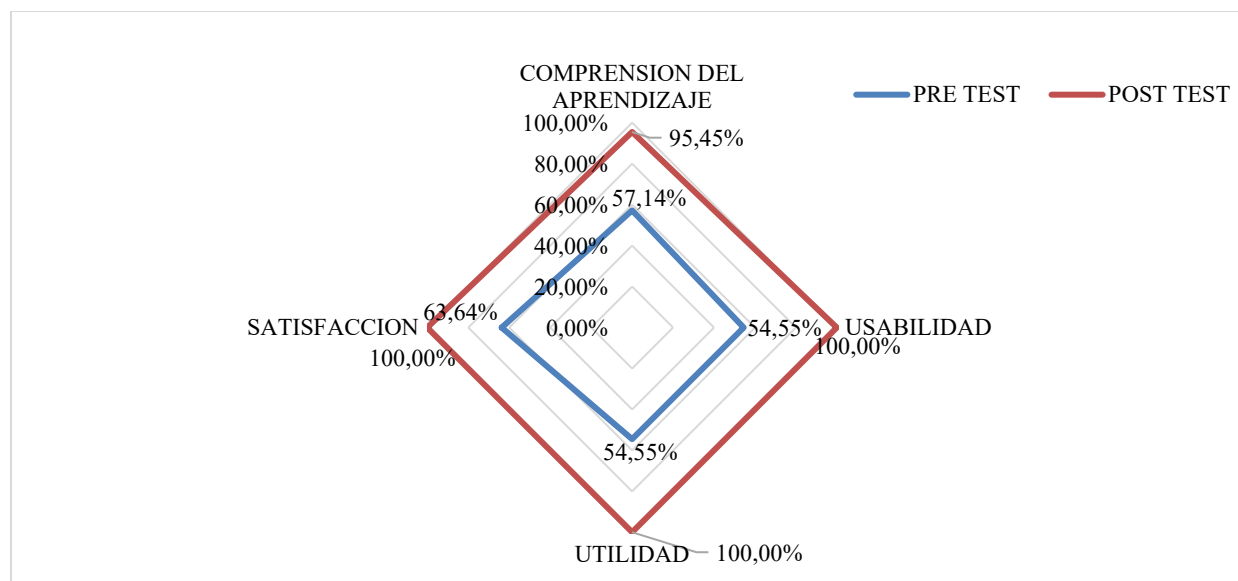


Durante el inicio de la clase se realizó una consulta a los estudiantes para conocer su nivel de percepción con relación al uso de las TIC para el aprendizaje de las matemáticas. El resultado obtenido mostró que el 54.55% de los estudiantes consideró las TIC útiles para el aprendizaje, el

63.64% se mostró satisfecho con su uso, el 57.14% percibió que su comprensión y aprendizaje mejoraba con su uso y el 54.55% consideró que las TIC eran fáciles de utilizar. Luego de aplicar estrategias de aprendizaje activo usando plataformas como Microsoft Teams, GeoGebra y Simuladores PHET en el desarrollo del plan de clase, enfocado en el tema de Función Lineal, se consultó nuevamente a los estudiantes sobre su percepción del aprendizaje de las matemáticas. Los resultados obtenidos indicaron que el 100% de los estudiantes consideró que las TIC fueron útiles para el aprendizaje, el 100% se mostró satisfecho con su uso, el 95.45% percibió que su comprensión y aprendizaje mejoraron con su uso y el 100% consideró que las TIC fueron fáciles de utilizar y resultaron ser eficaces en su aprendizaje. Estos resultados pueden ser comparados a través de un gráfico radial mostrado en la figura 12 que ilustra los resultados comparados del pre-test y post-test.

Figura 12

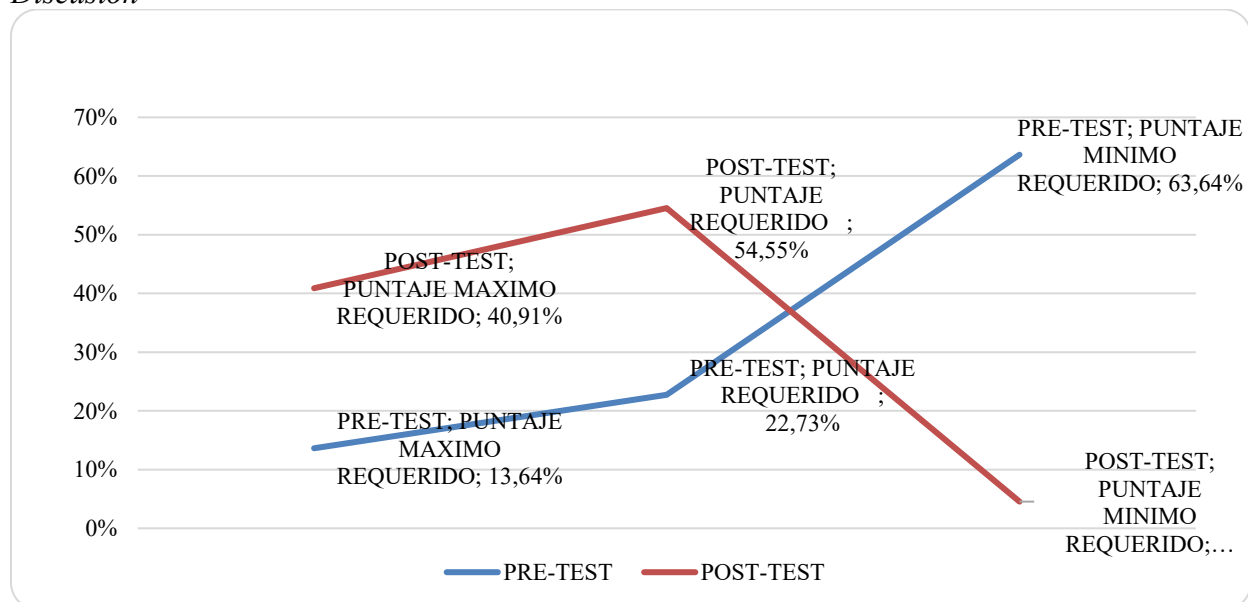
Indicadores de percepción del Aprendizaje mediados con TIC



Al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje utilizando la estrategia de aprendizaje activo y tecnologías de la información y comunicación (TIC), se llevó a cabo una evaluación de aprendizaje. Se observó que el 40.91% de los estudiantes alcanzó el puntaje máximo de 20 puntos, en comparación con solo el 13.64% en el pretest. Además, el 54.55% de los estudiantes alcanzó el puntaje requerido (entre 15 y 19 puntos), en contraste con el 22.73% en el pretest. Por otro lado, el grupo de estudiantes que solo logró el puntaje mínimo requerido de 14 puntos se redujo a solo el 4.55%, en comparación con el 63.64% en el pretest. En general, estos resultados demuestran la mejora significativa en el rendimiento académico de los alumnos después de la experiencia con TIC. La Figura 13 ilustra estos resultados de manera gráfica.

Figura 13

Gráfico comparativo de rendimiento académico Pre-Test vs Post Test (TIC +Innovación)
 Discusión



En el Ecuador, es necesario acoger estrategias educativas eficientes disponibles para que los docentes puedan lograr niveles de captación y de concentración que les permita alcanzar los objetivos del aprendizaje de los estudiantes con habilidades y técnicas básicas del conocimiento aplicando TIC (Francisca et al., 2020).

Los retos para los representantes del sistema educativo institucional en tanto en cuanto los docentes y los estudiantes enfrentan nuevas estrategias pedagógicas y metodológicas que se mantengan a largo plazo, que involucran la tecnología en competencias disciplinarias, el trabajo colaborativo, se fortalece con la educación digital y cooperativa (Molnár, 2021). Los procesos pedagógicos de enseñanza aprendizaje que consideran el uso de recursos digitales y software en la educación de matemáticas establecen como una nueva habilidad y competencia el uso de herramientas digitales para mejorar el aprendizaje y la resolución de problemas (Pepin et al., 2021).

El uso de la TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha incorporado nuevas herramientas pedagógicas de aprendizaje para la innovación como el uso de los dispositivos móviles favoreciendo a aplicaciones de realidad aumentada y virtual que por su afinidad y percepción permiten al estudiante mejorar sensiblemente el rendimiento escolar (Reyes, 2021).

Conclusiones

En el ámbito educativo, es común utilizar diversas estrategias para mejorar la enseñanza y aprendizaje de acuerdo con las necesidades específicas de estudiantes y al contexto en que se desempeñan. Ante los nuevos desafíos que enfrentan tanto los docentes como los estudiantes, resulta esencial la aplicación de innovaciones pedagógicas que considera el desarrollo de competencias en áreas como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. En el área

de la docencia de matemáticas, el uso de estrategias pedagógicas y tecnológicas permite un aprendizaje dinámico y atractivo, en el que se fomenta la interacción con dispositivos tecnológicos y la realización de actividades en escenarios lúdicos como los simuladores.

Además, se favorece la realización de actividades como la presentación de contenidos, tareas y aprendizaje autónomo, ya sea de manera síncrona o asíncrona. En el desarrollo de un plan de clase que utiliza la tecnología, la combinación de estrategias innovadoras de modelos pedagógicos como TPACK y SAMR permitió la incorporación de nuevas herramientas TIC en lugar de simplemente reemplazar la clase anterior. Como resultado, se observó una mejora significativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, especialmente en aquellos estudiantes que solían obtener solo el puntaje mínimo requerido, quienes lograron un rendimiento académico superior después de la implementación de estas estrategias innovadoras.

Para lograr resultados satisfactorios en la implementación de una innovación pedagógica con el uso de herramientas de tecnología para la información y comunicación, es fundamental identificar oportunidades de mejora y los recursos disponibles, tanto pedagógicos como tecnológicos y de conocimiento, y adaptarlos al entorno correspondiente. Es necesario impulsar cambios que permitan agregar, sumar, modificar o redefinir estrategias, especialmente en el área de las matemáticas, esto influirá de manera positiva con los objetivos de desarrollar competencias en los estudiantes de Educación General Básica Superior que les permitan continuar su formación académica de manera efectiva, incluyendo el Bachillerato y la Universidad.

Se concluye que establecer estrategias de innovación en el proceso de aprendizaje de las matemáticas el impacto en el rendimiento escolar es positivo facilitando la comprensión del aprendizaje y su evaluación al usar herramientas TIC adecuadas al nivel educativo aplicado.

Agradecimiento

Al grupo de Innovación educativa GIE-IDI de la Universidad Politécnica Salesiana por permitirnos participar dentro del proyecto de investigación MEMOTECH. A todos los docentes de la Unidad Educativa Vicente de Piedrahita Carbo por su colaboración en el proceso.

Referencias Bibliográficas

- Açıkgül, K. y Şad, SN (2020). Escala de aceptación de tecnología móvil para el aprendizaje de matemáticas: estudios de desarrollo, validez y confiabilidad. *La Revista Internacional de Investigación en Aprendizaje Abierto y Distribuido*, 21(4), 161–180. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v21i4.4834>
- Álvarez-rodríguez, M. D. (2019). Enseñanza artística mediante TIC en la Educación Secundaria Obligatoria. Análisis de herramientas docentes en línea. *Revista de Educación a Distancia*, 19(59). <http://dx.doi.org/10.6018/red/59/05>
- Area, M., y Adell, J. (2021). Tecnologías digitales y cambio educativo. Una aproximación crítica. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educacion*, 19(4), 83–96. <https://doi.org/10.15366/REICE2021.19.4.005>
- Campos Retana, R. A. (2021). Modelos de integración de la tecnología en la educación de personas que desempeñan funciones ejecutivas y de dirección: el TPACK y el SAMR. *Actualidades*

- Investigativas En Educación*, 21(1), 1–27. <https://doi.org/10.15517/aie.v21i1.42411>
- Cejas Martínez, M. F., Lozada Arias, B. N., Urrego, A. J., Mendoza Velazco, D. J., y Rivas Urrego, G. (2020). La irrupción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), un reto en la gestión de las competencias digitales de los profesores universitarios en el Ecuador. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, (37), 132–148.
- Das, K. (2019). Papel de las TIC para una mejor enseñanza de las matemáticas. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4), 19–28. <https://doi.org/10.34293/education.v7i4.641>
- del Valle-Ramón, D., Muñoz-Repiso, A. G. V., & Gómez-Pablos, V. B. (2020). Project-based learning through the youtube platform for teaching mathematics in primary education. *Education in the Knowledge Society*, 21, 1–9. <https://doi.org/10.14201/eks.20272>
- Gillet, D., Tijani, C., Beheton, S., Farah, J. C., Dikke, D., Noutahi, A., Doran, R., Gomes, N. R. C., Rich, S., De Jong, T., & Gavaud, C. (2019). Promoting and implementing digital STEM education at secondary schools in Africa. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 698–705. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725130>
- Gómez-Carrasco, C. J., Miralles-Martínez, P., Fontal, O., e Ibañez-Etxeberria, A. (2020). Patrimonio cultural y enfoques metodológicos: un análisis a través de la formación inicial de profesores de historia (España-Inglaterra). *Sustainability (Switzerland)*, 12(3), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su12030933>
- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., y Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173.
- Hernandez-de-Menendez, M., & Morales-Menendez, R. (2019). Technological innovations and practices in engineering education: a review. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 13(2), 713–728. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00550-1>
- Hinojo Lucena, F. J., López Belmonte, J., Fuentes Cabrera, A., Trujillo Torres, J. M., & Pozo Sánchez, S. (2019). Academic Effects of the Use of Flipped Learning in Physical Education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph17010276>
- Jegadeeswari, S., Velmurugan, R., & Sudarvel, J. (2021). A Study on Intelligent Perceptions in ICT Service Quality Dimensions. *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2021*, 1738–1740. <https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9441875>
- Jeong, J. S., & González-Gómez, D. (2020). Adapting to PSTs' pedagogical changes in sustainable mathematics education through flipped E-Learning: Ranking its criteria with MCDA/F-DEMATEL. *Mathematics*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/MATH8050858>
- Juan, C. M. (2019). Resistances to use digital technologies in University teachers. *Aula Abierta*, 48(2), 167–174. <https://doi.org/10.17811/rifie.48.2.2019.167-174>
- Kim, J. (2020). Learning and Teaching Online During Covid-19: Experiences of Student Teachers in an Early Childhood Education Practicum. *International Journal of Early Childhood*, 52(2), 145–158. <https://doi.org/10.1007/s13158-020-00272-6>
- Lecaros Palma, O. (2021). Aproximación a las pedagogías emergentes en ambientes virtuales de aprendizaje. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 1(2), 181–190. <https://doi.org/10.51660/ripie.v1i2.50>
- Lopez-Caudana, E., Ramirez-Montoya, M. S., Martínez-Pérez, S., & Rodríguez-Abitia, G. (2020).

- Using robotics to enhance active learning in mathematics: A multi-scenario study. *Mathematics*, 8(12), 1–21. <https://doi.org/10.3390/math8122163>
- Lozano García, S. Y. (2021). TIC y el aprendizaje de matemáticas: caso en educación media. *EDUTECH REVIEW. Revista Internacional de Tecnologías Educativas*, 8(1), 49–63. <https://doi.org/10.37467/gka-revedutech.v8.2939>
- Molnár, G. (2021). Methodological and curriculum development-related innovation options and challenges in education in the aftermath of the pandemic. *Opus et Educatio*, 8(3), 286–296. <https://doi.org/10.3311/ope.469>
- Montenegro, S., Raya, E., y Navaridas, F. (2020). Percepciones Docentes sobre los Efectos de la Brecha Digital en la Educación Básica durante el Covid-19. *Revista Internacional de Educación Para La Justicia Social*, 9(3), 317–333. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.017>
- Moreno-Guerrero, A. J., Soler-Costa, R., Marín-Marín, J. A., y López-Belmonte, J. (2021). Flipped learning y buenas prácticas docentes en educación secundaria. *Comunicar*, 29(68), 1–11. <https://doi.org/10.3916/C68-2021-09>
- Ndlovu, M., Ramdhany, V., Spangenberg, E. D., & Govender, R. (2020). Preservice teachers' beliefs and intentions about integrating mathematics teaching and learning ICTs in their classrooms. *ZDM - Mathematics Education*, 52(7), 1365–1380. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01186-2>
- Palomares-Ruiz, A., Cebrián, A., López-Parra, E., & García-Toledano, E. (2020). ICT integration into science education and its relationship to the digital gender gap. *Sustainability (Switzerland)*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/su12135286>
- Paunova-Hubenova, E., Terzieva, V., & Todorova, K. (2019). The role of ICT in teaching processes in Bulgarian schools. *29th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering, EAEEIE 2019 - Proceedings*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/EAEEIE46886.2019.9000463>
- Pepin, B., Biehler, R., & Gueudet, G. (2021). Mathematics in Engineering Education: a Review of the Recent Literature with a View towards Innovative Practices. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 7(2), 163–188. <https://doi.org/10.1007/s40753-021-00139-8>
- Pozo-Sánchez, S., López-Belmonte, J., Fuentes-Cabrera, A., & López-Núñez, J. A. (2021). Twitch as a techno-pedagogical resource to complement the flipped learning methodology in a time of academic uncertainty. *Sustainability (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/su13094901>
- Reyes, C. E. G. (2021). Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación PIXEL-BIT. *Pixel Bit*, 58, 143–159. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367>
- Román García, M. del M., y Prendes Espinosa, M. P. (2020). Entornos Personales de Aprendizaje: instrumento cuantitativo para estudiantes universitarios (CAPPLE-2). *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 73, 82–104.
- Salido López, P. V. (2020). Active methodologies in initial teachers' training: Project-Based Learning (PBL) and arts education. *Profesorado*, 24(2), 120–143. <https://doi.org/10.30827/PROFESORADO.V24I2.13656>
- Shouman, D., Momdjian, I. (2019). Deeper Learning Versus Surface Learning: The SAMR Model to Assess E-Learning Pedagogy. *Digital Economy. Emerging Technologies and Business Innovation. ICDEc 2019. Lecture Notes in Business Information Processing*, 358. Springer, Cham, 1–18. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30874-2_18

- Tena, M. J. F., del Carmen Ortega Navas, M., & Fuster, M. C. S. (2021). New technologies as innovative teaching-learning strategies in the Digital Era. *Revista Electronica Interuniversitaria de Formacion Del Profesorado*, 24(1), 29–42. <https://doi.org/10.6018/REIFOP.406051>
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Nicole Arroyo, E., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., ... Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(12), 6476–6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Vargas Vargas, N. A., Niño Vega, J. A., y Fernández Morales, F. H. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por tic para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Revista Boletín Redipe*, 9(3), 167–180. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i3.943>
- Veiga, F. J. M., & de Andrade, A. M. V. (2021). Critical Success Factors in Accepting Technology in the Classroom. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(18), 4–22. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i18.23159>