



UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DE ECUADOR

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN PEDAGOGÍA EN ENTORNOS
DIGITALES DEL APRENDIZAJE.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN PEDAGOGÍA EN ENTORNOS
DIGITALES DEL APRENDIZAJE.**

TEMA

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA MEJORAR
EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS EN
ESTUDIANTES DE DÉCIMO AÑO**

Autor/es:

Moreno Intriago Pedro Rigoberto
Velasategui Santander Nancy Nathaly

Tutor/a:

León Paredes Gabriel Alejandro

ECUADOR
2025



DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y profundo cariño, dedico este trabajo investigativo a mi esposo Amado, cuyo apoyo inquebrantable, paciencia infinita y aliento constante han sido mi faro en cada etapa de este desafiante pero gratificante proceso. Su fe en mí me impulsó a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. A mis adorados hijos, Evan y Benjamín, Ustedes son la luz de mi vida, mi motor y mi mayor inspiración. Cada esfuerzo realizado en este trabajo lleva consigo el anhelo de construir un futuro mejor para ustedes. Su amor y alegría son mi recompensa diaria y la razón última de esta dedicación.

Nancy Velastegui

Con el más profundo amor que nace de mi ser, consagro este trabajo de tesis a mis adorados hijos, Thais y Sebastián, quienes son la esencia de mi inspiración y la promesa de prolongación de mi existencia en la vida misma, ellos han sido la fuerza motriz que ha impulsado cada uno de mis esfuerzos, transformando desafíos en oportunidades y nutriendo mi perseverancia con su amor incondicional. A ustedes, mis grandes maestros, les ofrezco este logro como un testimonio de la dedicación y el empeño que me inspiran día a día. Un lugar muy especial en esta dedicatoria lo ocupan mis hermanas, María Luisa, Nancy, Kethy y Martha, Nota de paciencia y perseverancia. Vuestro apoyo incondicional, tejido con hilos de cariño constante, comprensión sin límites y aliento fervoroso, ha sido un pilar fundamental e irremplazable en este largo y a veces arduo camino.

Pedro Moreno



AGRADECIMIENTO

Con profunda gratitud, elevamos nuestro primer agradecimiento a Dios Todopoderoso, Nota de toda sabiduría y fortaleza, quien nos guio e iluminó en cada etapa de este proyecto de investigación. Su gracia nos brindó la perseverancia y el entendimiento necesarios para superar los obstáculos y culminar este importante logro académico. Extendemos nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Bolivariana del Ecuador, institución que nos abrió sus puertas al conocimiento y nos proporcionó el espacio y las herramientas esenciales para el desarrollo de esta tesis. Reconocemos el valioso aporte de su cuerpo docente y administrativo en nuestra formación profesional. De manera especial, deseamos expresar nuestra profunda gratitud a nuestro tutor de tesis, por su invaluable guía, dedicación y acertados consejos a lo largo de todo el proceso de investigación. Su experiencia y compromiso fueron fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo.

Pedro Moreno y Nancy Velastegui



RESUMEN

La presente investigación se enfoca en la desmotivación y falta de interés del aprendizaje de conceptos, la comprensión y resolución de ecuaciones cuadráticas debido a la naturaleza abstracta y repetitiva de los métodos tradicionales, que no se adaptan a los diferentes ritmos de aprendizaje de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica, lo que genera dificultades en la comprensión de conceptos clave y bajos niveles de rendimiento. El propósito principal de esta investigación fue utilizar herramientas de inteligencia artificial para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas del área matemáticas en los estudiantes para lo cual se diseñó y validó una guía metodológica para la implementación de la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT como apoyo en el proceso de resolución de ecuaciones. El estudio se desarrolló en la Unidad Educativa Portoviejo N° 25 de la provincia de Manabí. Se empleó una metodología de investigación con un enfoque mixto, que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Para obtener una comprensión más completa del fenómeno investigado se recopiló datos cuantitativos mediante los instrumentos de la investigación como encuestas que fueron direccionados a la población objeto de estudio y, al mismo tiempo, datos cualitativos a través de encuestas a los docentes. Los resultados más importantes evidenciaron el potencial de ChatGPT para personalizar el aprendizaje, ofrecer retroalimentación inmediata y generar diferentes enfoques de solución. Como producto de la investigación, se presenta una guía metodológica detallada que ofrece orientaciones prácticas para docentes y estudiantes sobre el uso efectivo de ChatGPT en la resolución de ecuaciones cuadráticas. Las conclusiones esenciales destacan la integración de herramientas de inteligencia artificial, específicamente ChatGPT, demuestra un potencial significativo para revolucionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Esta tecnología facilita la creación de entornos de aprendizaje personalizados y adaptativos, que responden a necesidades individuales de cada estudiante.

Palabras Clave: ChatGPT, ecuaciones cuadráticas, inteligencia artificial, enseñanza de las matemáticas, aprendizaje de las matemáticas



ABSTRACT

The present research focuses on the demotivation and lack of interest in learning concepts, in the comprehension and resolution of quadratic equations due to the abstract and repetitive nature of traditional methods, which do not adapt to the different learning paces of tenth-grade students of Basic General Education. This generates difficulties in understanding key concepts and low levels of performance. The main purpose of this research was to utilize artificial intelligence to improve the teaching-learning process of quadratic equations in the mathematics for students. To achieve this, a methodological guide was designed and validated for the implementation of the artificial intelligence tool ChatGPT as support in the process of solving these types of equations. The study was conducted at the Unidad Educativa Portoviejo N° 25 in the province of Manabí. A research methodology with a mixed approach, combining qualitative and quantitative methods, was employed. To obtain a more comprehensive understanding of the investigated phenomenon, quantitative data be collected through research instruments such as surveys directed at the target population, and simultaneously, qualitative data be gathered through surveys of teachers. The most important results evidenced the potential of ChatGPT to personalize learning, offer immediate feedback, and generate different solution approaches. As a to of the research, a detailed methodological guide is presented, offering practical guidance for teachers and students on the effective use of ChatGPT in solving quadratic equations. The essential conclusions highlight that the integration of artificial intelligence, specifically ChatGPT, demonstrates significant potential to revolutionize the mathematics teaching-learning process. This technology facilitates the creation of personalized and adaptive learning environments that respond to the individual needs of each student.

Keywords: ChatGPT, quadratic equations, methodological guide, artificial intelligence, mathematics teaching, mathematics learning.



ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE GENERAL	XI
Introducción.....	1
Justificación.....	4
Planteamiento del problema.....	5
Objetivo general.....	7
Preguntas científicas	7
Categorías de investigación	7
Objetivos específicos de la investigación.....	8
Identificación de los métodos a emplear	9
Declaración de la población y muestra.	10
Declaración del tipo de investigación	10
Principales aportes	11
Importancia, necesidad social, novedad y actualidad científica	11
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	14
1.1. Antecedentes investigativos	14
1.2. Inteligencia artificial y el acceso a la educación diversa.	16
1.2.1. Inteligencia artificial en la estrategia didáctica.....	17
1.3. Los Recursos Tecnológicos en la Educación.....	18
1.3.1. Inteligencia artificial	19
1.3.2. Personalización del aprendizaje	20
1.4. Formación docente para la integración.....	21
1.5. Herramientas de IA utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje	22
1.5.1. Geogebra	22
1.5.2. ChatGPT	22
1.5.3. Symbolab	23
1.6. Enseñanza de la Matemática	24
1.7. Aprendizaje de la Matemática.....	24



1.8.	Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Matemática.....	26
1.9.	Sistema Didáctico en la Matemática	26
1.10.	Importancia de la Matemática en la Educación Básica.....	27
1.11.	Herramientas didácticas	28
1.12.	Material Didáctico.....	30
1.13.	Criterios personales de los argumentos teóricos científicos.....	30
1.14.	La metodología ERCA	32
1.15.	Etapas de la Metodología ERCA.....	33
1.16	Bases normativas y legales.....	34
1.16.1	Constitución del ecuador.....	34
1.16.2	Código de la niñez y adolescencia.....	34
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DE DIAGNOSTICO.....		36
2.1.	Conceptualización y operacionalización de categorías o variables.....	36
2.1.	Enfoque de la investigación	38
2.2.	Alcance de la investigación.....	38
2.3.	Declaración y justificación del tipo de investigación	39
2.4.	Métodos del diseño de la Investigación.....	40
2.5.	Instrumentos derivados de la metodología seleccionada	40
2.6.	Delimitación de la población y la muestra.....	41
2.7.	Estrategias metodológicas del procesamiento de la investigación	42
2.8.	Descripción de la metodología	42
2.9.	Análisis de los resultados de las encuestas	45
2.9.1.	Interpretación y discusión de los resultados de la etapa del diagnóstico inicial.....	45
2.10.	Conclusiones del diagnóstico	50
CAPÍTULO III. PRESENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....		52
3.1	Presentación de la propuesta	52
3.2.	Fundamentación de la propuesta	52
3.3.	Descripción detallada	53
3.4.	Objetivos.....	54
3.4.1.	Objetivo general:	54
3.4.2.	Objetivos específicos:.....	54



3.4.3.	<i>Características de la propuesta</i>	54
3.5.	Guía de actividades para la enseñanza de las matemáticas.....	56
	Fase 1: Exploración	58
	Fase 2: Conceptualización	58
	Preguntas sobre factorización	58
	Fase 3: Comparación de los métodos	59
	Fase 4: Aplicación (Resolver problemas).....	59
	Desafío interactivo:.....	59
3.6.	Implementación.....	59
3.6.1.	<i>Configuración de Herramientas y Visibilidad del GPT Personalizado</i>	62
3.6.2.	<i>Ingeniería del Prompt para el Tutor Virtual "Robert"</i>	63
3.6.3.	<i>Resultados Esperados del Tutor Robert</i>	64
3.7.	Evaluación:	64
3.8.	Validación de la propuesta por expertos.....	65
3.8.1.	<i>Resultados y análisis del pretest</i>	65
3.8.2.	<i>Discusión de los Resultados del pretest</i>	66
3.8.3.	<i>Resultados y análisis del Postest</i>	66
3.8.4.	<i>Discusión de los Resultados del postest</i>	68
3.8.5.	<i>Análisis Comparativo y Discusión de los Resultados del Pretest y Postest</i>	69
3.8.6.	<i>Análisis Comparativo por Pregunta:</i>	70
3.9.	Resultados de la validación	71
3.9.1.	<i>Análisis Consolidado de las Valoraciones</i>	74
3.9.2.	<i>Valoración General de la Propuesta</i>	74
	Conclusiones.....	76
	Recomendaciones	77
	Referencias bibliográficas.....	78
	Anexos.....	84



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las categorías.....	36
Tabla 2 Resultados del Diagnóstico inicial – docentes.....	45
Tabla 3 Diagnóstico inicial- resultados encuestas a estudiantes	47
Tabla 4 Resultado del Post Test	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Utilización de herramientas IA	84
Gráfico 2. Herramientas de la IA ha integrado en el proceso de enseñanza aprendizaje	85
Gráfico 3 Herramientas de IA ayuda a entender mejor los conceptos matemáticos	86
Gráfico 4 Utilización herramientas de IA en la enseñanza-aprendizaje de matemáticas	87
Gráfico 5 Motivado al utilizar herramientas de IA.....	88
Gráfico 6 Las herramientas de IA te parecen más útiles para enseñar matemáticas	89
Gráfico 7 Has recibido orientación sobre cómo utilizar herramientas de IA	90
Gráfico 8 Desafíos para implementar las herramientas IA	91
Gráfico 9 El uso de herramientas de IA puede transformar el futuro de la enseñanza.....	92
Gráfico 10 Utilizar herramientas de IA en futuras clases de matemáticas.....	93
Gráfico 11 Utilizas herramientas de (IA) en tus clases de matemáticas	94
Gráfico 12 Tipo de herramientas de IA has utilizado en tus clases de matemáticas	95
Gráfico 13 El uso de herramientas de IA ayuda a entender mejor las matemáticas.....	96
Gráfico 14 Utilizar herramientas de IA en tu aprendizaje de matemáticas.....	97
Gráfico 15 Motivado al utilizas herramientas de IA.....	98
Gráfico 16. Herramientas de IA te parecen más útiles para aprender matemáticas	99
Gráfico 17 Recibe orientación sobre cómo utilizar herramientas de IA	100
Gráfico 18 Desafíos que has encontrado al usar herramientas de IA.....	101
Gráfico 19 Las herramientas de IA pueden ayudarte a mejorar tus calificaciones	102
Gráfico 20 Utilizar herramientas de IA en futuras clases de matemáticas.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Creación del GPT personalizado.	60
Figura 2 Lista de GPTs personalizado creado.....	60
Figura 3 Instrucciones para el comportamiento del GPT personalizado (Prompt)	61
Figura 4 Base de conocimientos para el GPT personalizado.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta a Docentes.....	84
Anexo 2 Encuestas a Estudiantes.....	94
Anexo 3 Instrumentos de Validación.....	104
Anexo 4 Encuesta a Docentes Diagnóstico Inicial.....	105
Anexo 5 Encuesta a Estudiantes Diagnóstico Inicial	107
Anexo 6 Resultados y análisis de Pretest.....	109
Anexo 7 Resultados y Análisis del Postest	117
Anexo 8 Resultado del post test.....	125

Introducción

Presentación y contextualización

Las matemáticas constituyen un pilar fundamental en la formación integral de los estudiantes, proporcionando herramientas esenciales para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y la resolución de problemas en diversos ámbitos. Sin embargo, el aprendizaje de esta disciplina a menudo representa un desafío significativo para muchos estudiantes, especialmente en temas como las ecuaciones cuadráticas. (Osorio et al., 2021)

A pesar de la relevancia de este concepto en matemáticas y su aplicación en diversas áreas como la física, la ingeniería y la informática, los estudiantes frecuentemente demuestran dificultades en su comprensión conceptual, dominio de los métodos de resolución y aplicación a problemas del mundo real, lo que impacta negativamente su desempeño académico y su motivación hacia las matemáticas.

La presente investigación se enfoca en la desmotivación y falta de interés en el aprendizaje de las matemáticas debido a la naturaleza abstracta y repetitiva de los métodos tradicionales, que no se adaptan a los diferentes ritmos de aprendizaje de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25, perteneciente a la provincia de Manabí, cantón Portoviejo, lo que genera dificultades en la comprensión de conceptos clave y bajos niveles de rendimiento.

Además los estudiantes de décimo año no reciben retroalimentación oportuna y específica sobre sus errores en matemáticas, lo que dificulta la identificación de sus áreas de mejora, así, el problema se centraliza en el escaso uso de herramientas digitales con IA, en el proceso de enseñanza – aprendizaje del área de matemáticas, específicamente para la resolución de ecuaciones de segundo grado de los estudiantes del décimo año de Educación General Básica en el área de matemáticas, esto limita el aprendizaje y la capacidad de los estudiantes para desarrollar habilidades críticas y resolver problemas de manera autónoma.

Por lo cual se busca proporcionar un marco estructurado para una integración ética y efectiva de la IA destacando que es necesario contar con recursos tecnológicos adecuados que apoyen los objetivos planteados, contribuyendo a resolver problemas específicos no solo en la institución observada, sino que también como una innovación educativa aplicable en contextos similares (Carguacundo et al., 2024)

Por lo que, la utilización de herramientas didácticas basadas en inteligencia artificial (IA) han supuesto un cambio revolucionario en la forma de enseñar, en campos tan diversos como las mismas matemáticas. Utilizar la Inteligencia Artificial en la enseñanza de las matemáticas brinda oportunidades infinitas y personalizadas para poder enseñar a los estudiantes de una manera diferente temas complejos como lo son las ecuaciones cuadráticas.

Permitir que los estudiantes vivan experiencias propias de aprendizaje mediante una tutoría personalizada de la IA ayuda a que se adapten los recursos y estrategias a las necesidades de aprendizaje de cada uno; además facilita a los docentes reconocer cuales son las dificultades de sus estudiantes para entregar una información más sencilla y detallada para la asimilación de conceptos.

En resumen, la IA se muestra como una herramienta que llega a transformar no solo de industrias sino también de la educación, en donde la personalización y el uso eficiente de recursos educativos pueden hacer la diferencia en la manera en que los estudiantes experimentan el aprendizaje (Opesemowo & Adewuyi, 2024).

Las herramientas de IA más utilizadas, como Chat GPT, Gemini IA, Google Bard y DALL-E, brindan funcionalidades que permiten la creación automática y autónoma de contenido, imágenes e incluso la generación de vídeos con un simple prompt. Aunque estas herramientas abren un mundo de opciones, adoptarlas efectivamente depende mucho de la capacidad que se tenga de adaptarlas en la resolución de problemas reales del mundo empresarial. Para responder a estos desafíos se ha entrenado a la IA con sistemas de tutoría inteligente y tecnologías de procesamiento del lenguaje natural que automatizan la retroalimentación y permiten una resolución adaptativa de problemas. Tales innovaciones no solo han mejorado la enseñanza de matemáticas, sino que también han demostrado su eficacia al combinar enfoques tradicionales con tecnologías avanzadas (Mredula et al., 2024).

La necesidad de fomentar la curiosidad, el interés y el entusiasmo por descubrir cosas nuevas, especialmente en temas estudiados en clases da paso a experimentar con la utilización de herramientas de IA integradas en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de matemáticas para los estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB). Es crucial que los docentes alineen los recursos didácticos utilizados en clase con la etapa escolar de sus estudiantes ya que estos deben preservar e incentivar la curiosidad y el interés por aprender de por si presente en edades tempranas de su desarrollo estudiantil. Las actividades escogidas deben apoyar la

planificación escolar de forma tal que incentiven naturalmente la curiosidad y el interés de los estudiantes por los temas que son parte de la malla curricular (Cayambe et al., 2021).

El desconocimiento y poca formación limitan el uso adecuado de las herramientas de IA por parte de los estudiantes, impidiéndoles desarrollar criterios para encontrar soluciones a problemas con sus propias habilidades y recursos limitando su proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque el Ministerio de Educación del Ecuador ha promovido la integración de recursos didácticos tecnológicos para mejorar la experiencia educativa, la eficacia de estos recursos aún está condicionada a la capacitación adecuada de los docentes en su uso interactivo. Aun contando con estas herramientas, existe un gran número de estudiantes que no se involucran activamente en su educación ni sienten compromiso alguno en su proceso de enseñanza-aprendizaje, por tal, se hace evidente que las dificultades en el área de matemáticas persisten (Otero et al., 2023).

Lograr que los estudiantes sean gestores de su propio aprendizaje es un objetivo para el cual es clave integrar en el proceso enfoques innovadores enriquecidos con perspectivas de pensamiento diverso que ayuden a los estudiantes a romper su aburrimiento y desprecio por aprender. Aplicar estos métodos no garantiza una mejora en la calidad del aprendizaje, pero si se los dota de herramientas para que se desarrollen como personas con criterio propio capaces de hacer cara a las vicisitudes en el mundo laboral. Por tanto, es vital que las instituciones educativas apliquen planificaciones detalladas que integren a la tecnología transversal y coherentemente con el medio.

En este sentido la presente investigación busca establecer la utilidad de las herramientas impulsadas por inteligencia artificial para mejorar las metodologías de enseñanza de la matemática con la finalidad de que los estudiantes comprendan los conceptos más complejos sobre esta materia, partiendo de la idea que los estudiantes aún no han perdido el interés ni la curiosidad por aprender. De acuerdo con Carguacundo et al., (2024) es necesario elegir cuidadosamente las herramientas y metodologías acordes a la edad para trabajar cada uno de los contenidos, con ello se cimenta el deseo para participar de forma activa en la construcción de su propio conocimiento.

También se establece mostrar un marco estructurado que permita integrar de manera ética el uso de la IA en la construcción de aprendizaje, destacando que la misma está actualmente transformando la manera en la que se enseña, ya que esta ofrece experiencias personalizadas de aprendizaje.

Además, la Inteligencia Artificial (IA) es capaz de proporcionar retroalimentación automatizada de manera inmediata y generar recursos adicionales de acuerdo a las solicitudes y necesidad de cada estudiante; de esta manera ayuda en la comprensión de conceptos y motiva y motivación. De esta forma, esta tecnología no solo aborda la falta de interés y la percepción de irrelevancia en el aprendizaje de matemáticas, sino que también promueve una comprensión más profunda y significativa del contenido, alineándose con la necesidad de métodos educativos más dinámicos y personalizados (Mredula et al., 2024).

Finalmente, se espera ver una mejora representativa en cuanto a la calidad del aprendizaje, donde cada estudiante es capaz de aprender autónomamente. Este avance se podrá lograr a través de la implementación de lineamientos claros, así como el uso de herramientas adecuadas que incluyan a la IA, donde se pretende lograr una enseñanza personalizada y adaptativa, ofreciendo retroalimentación de forma instantánea, así como recursos específicos para cada estudiante, lo que termina contribuyendo a una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos.

Justificación

La enseñanza de las matemáticas en el nivel de Educación General Básica, históricamente enfrenta múltiples desafíos, sobre todo en lo referente al área de matemáticas, comprensión y adquisición de sus contenidos, entre ellos las ecuaciones cuadráticas. En el décimo año de Educación General Básica, una gran mayoría enfrenta dificultades conceptuales y operativas, las cuales se ven reflejadas en los resultados del rendimiento académico, manifestado por los resultados desinterés y frustración. Los métodos de enseñanza tradicionales no permiten una personalización de los recursos didácticos al ritmo y estilo de aprendizaje que cada estudiante.

La presente investigación se justifica por su relevancia educativa, puesto que plantea la utilización de herramientas de inteligencia artificial como soporte al aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas enfocadas en los estudiantes. Para ello se propone una guía de actividades enfocada específicamente en la interacción de los estudiantes con un entorno digital inteligente, con acompañamiento real y retroalimentación inmediata que les permite la exploración de los temas de estudio de manera autónoma.

Desde el enfoque social esta propuesta contribuye a mitigar las brechas de aprendizaje en ambientes donde la ayuda pedagógica personalizada es escasa. Trabajar con actividades accesibles, el uso de un GPT personalizado de ChatGPT permite la implementación de actividades adaptativas

y accesibles promoviendo una educación inclusiva, participativa y acorde a los desarrollos tecnológicos actuales.

Los beneficiarios directos de esta propuesta son los estudiantes del décimo año de educación general básica de la unidad educativa Portoviejo N° 25, los cuales tendrán acceso a un recurso innovador para la mejora de la comprensión de las ecuaciones cuadráticas. Por otro lado, se convierte en un aporte invaluable para los docentes, ya que pueden recibir retroalimentación de los avances y retrocesos de los estudiantes, convirtiéndose en una herramienta de seguimiento para el proceso de mejora continua.

Por consiguiente, la investigación resulta pertinente y oportuna al proponer la integración de tecnologías emergentes e innovadoras en el proceso de enseñanza – aprendizaje, permitiendo enfoques actualizados en el sistema educativo ecuatoriano.

Planteamiento del problema

Enseñar matemáticas hoy en día es un tema complejo, puesto que mucho de los estudiantes no sienten interés por los números en particular las ecuaciones cuadráticas que representan un desafío constante para los alumnos en secundaria, esto es debido a que los maestros utilizan métodos tradicionalistas pues estos se centran en instrucciones directas y resolución mecánica de ejercicios, estos métodos no cubren ni atienden a los diferentes estilos y aprendizaje de los estudiantes.

El uso de métodos tradicionales para enseñar matemáticas en secundaria supone en realidad dificultades para que los estudiantes puedan realmente llegar a comprender conceptos fundamentales sobre la materia, además provocan bajos niveles de motivación, errores persistentes en la resolución de problemas lo que termina en un bajo desempeño académico.

Dentro del aula de Décimo EGB de la Unidad Educativa Portoviejo N°. 25 del cantón Portoviejo, provincia de Manabí se ha observado una problemática similar dónde los estudiantes tienen inconvenientes para aprender ecuaciones cuadráticas. Los docentes indican que existen dificultades recurrentes para comprender y aplicar este tema, generando desinterés y afectando el desempeño y rendimiento académico.

La falta de retroalimentación, así como la dificultad para adaptar las actividades a los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes son limitantes en el proceso de enseñanza-

aprendizaje. En este sentido la inteligencia artificial (IA) surge como una herramienta de ayuda para transformar la educación matemática.

Las herramientas de Inteligencia Artificial (IA) ofrecen una amplia gama de personalizar el aprendizaje proporcionando retroalimentación inmediata y adaptativa, generando actividades interactivas y motivadoras que ofrecen diferentes representaciones de conceptos matemáticos: sin embargo, implementar este tipo de herramientas en el contexto educativo requiere una investigación que evalúe el impacto real sobre la necesidad de aprendizajes de los estudiantes.

La interrogante que guía esta investigación es: ¿Cómo aplicar herramientas de inteligencia artificial puede mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje en matemáticas para los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25, perteneciente a la provincia de Manabí cantón Portoviejo?

Precisión del tema

Uso de herramientas de inteligencia artificial en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas en el área de matemáticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25.

Las líneas de investigación que serán abordadas son la guía de actividades que incorporan herramientas de inteligencia artificial con el fin de explorar cómo estas tecnologías pueden transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitando la personalización del aprendizaje y mejorando la interacción entre docentes y estudiantes. Al aplicar inteligencia artificial en el ámbito educativo, se pretende no solo optimizar la metodología de enseñanza, sino también fomentar un entorno más dinámico y adaptativo.

Objeto de la investigación

El objeto de estudio está enfocado en el análisis sobre el impacto de las herramientas de inteligencia artificial (IA) dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de ecuaciones cuadráticas en los estudiantes de décimo año de EGB en la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25.

En esta institución educativa los docentes juntan esfuerzos para hacer que las matemáticas lleguen a ser más accesibles; debido a que muchos estudiantes enfrentan dificultades práctico conceptuales, lo que termina afectando su rendimiento y motivación. Por ende, el propósito del

presente estudio busca evaluar cómo la IA puede ayudar a complementar las estrategias pedagógicas tradicionales, mejorar la comprensión de conceptos clave, fomentando el pensamiento crítico y analítico, esto con el fin de identificar obstáculos, y volviéndolo oportunidades en la dinámica del aula que contribuyan a mejorar el interés como también el rendimiento de los estudiantes en el área de matemáticas.

Objetivo general.

Utilizar herramientas de inteligencia artificial como recurso didáctico para personalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas del área de matemáticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB) en la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25, en la provincia de Manabí, cantón Portoviejo.

Preguntas científicas

1. ¿Cuáles son las principales teorías del aprendizaje que sustentan el uso de herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza de matemáticas?
2. ¿Cuál es el enfoque metodológico más adecuado que respalda el análisis del impacto del uso de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza - aprendizaje de ecuaciones cuadráticas de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica?
3. ¿Cómo se puede estructurar una guía de actividades para el uso de inteligencia artificial para la mejora de la comprensión y resolución de ecuaciones cuadráticas de los estudiantes décimo año de Educación General Básica?
4. ¿Cómo validar que el uso de herramientas de inteligencia artificial mejora el proceso de enseñanza – aprendizaje en la comprensión y resolución de ecuaciones cuadráticas de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica Unidad Educativa Portoviejo N.º 25?

Categorías de investigación

Se describen las categorías principales de la investigación. En este análisis, no se definen variables dependientes e independientes, puesto que desde el enfoque científico estas se fundamentan en preguntas científicas en lugar de hipótesis, evitando así definir variables.

Dentro de la categorización investigativa se indaga: Proceso de enseñanza - aprendizaje, Herramientas de IA para Matemáticas, ecuaciones cuadráticas.

Proceso de enseñanza aprendizaje,

El proceso de enseñanza-aprendizaje se refiere a la interacción dinámica entre el docente y el estudiante, donde se busca la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes. Este proceso involucra la planificación de actividades educativas, la transmisión de información, la motivación del estudiante y la evaluación del aprendizaje. El objetivo es facilitar la comprensión y aplicación de conceptos, promoviendo un ambiente de aprendizaje que estimule la curiosidad y el pensamiento crítico (Osorio et al., 2021).

Herramientas de IA para Matemáticas

Las herramientas de inteligencia artificial (IA) para matemáticas son aplicaciones y software diseñados para ayudar a estudiantes y educadores en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos. Estas herramientas pueden incluir sistemas de tutoría inteligente, aplicaciones que generan problemas de práctica adaptativos, software para visualización gráfica y programas que facilitan la resolución de ecuaciones. Su propósito es mejorar la comprensión de las matemáticas, personalizar el aprendizaje y proporcionar retroalimentación inmediata (Quiroz, 2023).

Ecuaciones cuadráticas

Las ecuaciones cuadráticas son expresiones algebraicas de segundo grado que tienen la forma general $ax^2+bx+c=0$, donde a , b y c son coeficientes reales y $a \neq 0$. Estas ecuaciones representan una parábola en un gráfico cartesiano y pueden tener hasta dos soluciones, conocidas como raíces, que pueden ser reales o complejas. Las ecuaciones cuadráticas son fundamentales en matemáticas y tienen aplicaciones en diversas disciplinas, incluyendo la física, la economía y la ingeniería (Vera & Brizuela, 2022).

Objetivos específicos de la investigación.

1. Fundamentar los principios y teorías que respaldan el uso de herramientas de inteligencia artificial en el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25, tomando en cuenta la aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. Fundamentar el enfoque metodológico y el diseño adoptado en la investigación justificando su pertinencia en el análisis del impacto del uso de herramientas de inteligencia artificial en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas en el área de

matemáticas en estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25.

3. Desarrollar un guía de actividades para el uso de un tutor virtual orientada a mejorar la comprensión y resolución de ecuaciones cuadráticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25, utilizando el modelo de GPT personalizado de ChatGPT.
4. Validar la efectividad de la guía de actividades y del GPT personalizado mediante el análisis comparativo de resultados del pre test y post tes a través del juicio de expertos.

Identificación de los métodos a emplear

Métodos Teóricos

Según Morales (2019), la investigación bibliográfica ofrece una visión completa de las teorías, experimentos y resultados existentes sobre un tema específico. Por ende, se centran en la revisión y análisis de la literatura existente a través de una revisión exhaustiva de Notas bibliográficas, como libros y artículos académicos, se desarrollará un marco teórico sólido que guiará el análisis y la interpretación de los datos.

Métodos Empíricos

El método empírico de acuerdo con Rodríguez, (2023) se refiere a un modelo de investigación que busca obtener conocimiento mediante la observación directa de la realidad del estudio. Está enfocado en la experiencia ya que considera el contacto con el entorno y la interacción con los fenómenos para el entendimiento profundo de un tema. En este contexto, la observación se convierte en el punto de partida que guía el proceso investigativo.

De esta manera, la observación directa, así como la recolección de datos dentro del entorno educativo ayuda a obtener una comprensión profunda de la realidad del estudio. En esta categoría se incluyen las encuestas y entrevistas realizadas a estudiantes, y docentes.

Métodos Matemáticos Estadísticos

Dávila (2019), indica que el método estadístico estudia las variables en un periodo establecido sobre una población objeto de estudio, con el propósito de llevar a cabo un análisis exhaustivo de los datos recopilados. En donde se utilizará métodos de análisis estadístico que facilitarán la tabulación de las frecuencias observadas a través de los instrumentos de investigación implementados.

Dicho enfoque no solo permitirá organizar la información de manera clara y sistemática, sino que también proporcionará una base sólida para la presentación de los hallazgos del estudio. Los resultados serán visualizados mediante tablas y gráficos, herramientas que simplifican la interpretación de los datos y destacan patrones o tendencias relevantes. Así, se busca que el análisis y la interpretación de los resultados sean accesibles y comprensibles, facilitando la toma de decisiones informadas y el desarrollo de conclusiones significativas.

Declaración de la población y muestra.

Gomes (2019), aduce que, “El término población, se refiere al conjunto limitado de individuos, objetos, etc., que pertenecen a una misma clase por poseer características similares” (p. 34). Por consiguiente, la población está compuesta por 25 estudiantes y 4 profesores de décimo año de Educación General Básica de la Escuela Portoviejo N° 25 de la asignatura de matemáticas.

La muestra se define como un subconjunto representativo de una población más amplia, que se selecciona para realizar un estudio o investigación. Según Creswell (2019), “una muestra es un grupo de individuos seleccionados de una población más grande que se utiliza para generalizar los hallazgos de la investigación.” (p.34). Es decir que al ser una población mínima se considerará a todos los 25 estudiantes y los 4 docentes para el estudio. Así también no se presenta estudio muestral debido a que la población objeto de estudio no sobrepasa los 100 casos.

Declaración del tipo de investigación

El presente estudio adopta un enfoque mixto, que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Para obtener una comprensión más completa del fenómeno investigado se recopilará datos cuantitativos mediante los instrumentos de la investigación como la encuestas que serían direccionados a la población objeto de estudio y, al mismo tiempo a los docentes. Adicionalmente, se considera fundamental incluir una investigación bibliográfica que revise teorías y estudios previos para fundamentar el conocimiento sobre el impacto de estas herramientas.

La investigación utilizada es de campo misma que se centra en la observación directa de los datos obtenidos en los estudiantes de decimo EGB de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25, recolectando datos a través de encuestas para entender la implementación real de las herramientas. La investigación descriptiva examina los aspectos clave del uso de estas herramientas, describiendo cómo se aplican en el aula y qué efectos tienen. Por último, la investigación

exploratoria busca profundizar en aspectos menos conocidos sobre el uso de herramientas didácticas, ayudando a generar nuevas ideas y entender mejor su impacto en el proceso educativo.

Principales aportes

La investigación busca elaborar una guía de actividades con una tutoría personalizada basada en la inteligencia artificial del ChatGPT con la finalidad de enseñar ecuaciones cuadráticas, esta investigación representa una investigación significativa en el ámbito educativo, pues busca abordar las limitaciones de los métodos tradicionales de enseñanza, aprovechando las potencialidades de la Inteligencia Artificial.

El principal aporte de esta investigación es la promoción de un aprendizaje altamente personalizado y adaptativo, dónde el contenido, el ritmo y retroalimentación se ajustan dinámicamente a las necesidades individuales de cada estudiante, permite superar las barreras de la homogeneidad en el interior del aula y atender de manera efectiva los diferentes estilos de aprendizaje.

Además, la propuesta fomenta una mayor autonomía y responsabilidad en el estudiante al ofrecer acceso inmediato a recursos educativos y retroalimentación oportuna. Esta disponibilidad constante de apoyo permite a los alumnos gestionar su propio proceso de aprendizaje, practicar de forma flexible y resolver dudas de manera independiente, lo que a su vez puede incrementar su motivación e interés por las matemáticas.

La interactividad inherente al uso de un GPT personalizado, a través de preguntas, respuestas y resolución guiada de problemas, busca transformar al estudiante en un participante activo en la construcción de su conocimiento. Finalmente, al fundamentarse en un marco pedagógico sólido como el ciclo ERCA y ser accesible a través de diversos dispositivos, la propuesta busca democratizar el acceso a una educación de calidad, ofreciendo una herramienta de apoyo al aprendizaje que puede trascender las limitaciones geográficas y socioeconómicas.

En esencia, esta iniciativa aspira a remodelar la enseñanza de las ecuaciones cuadráticas hacia un modelo más centrado en el estudiante, eficiente y equitativo, marcando un avance en la aplicación de la inteligencia artificial para la mejora continua de los procesos educativos.

Importancia, necesidad social, novedad y actualidad científica

Importancia: Las matemáticas no solo son fundamentales para la resolución de problemas y el pensamiento crítico, sino que también juegan un papel significativo en la formación de capacidades analíticas y lógicas. Dado que muchos estudiantes encuentran difíciles los conceptos

matemáticos y carecen de interés en la materia, la implementación de herramientas didácticas adecuadas puede transformar el aprendizaje, hacerlo más atractivo y facilitar una comprensión más profunda (Rochina et al., 2020).

Necesidad Social: La integración de herramientas didácticas, especialmente aquellas impulsadas por IA, responde a una necesidad social urgente de adaptar la educación a las demandas y realidades actuales. Durante la pandemia, se hizo evidente la importancia de métodos de enseñanza interactivos y adaptativos para mantener el compromiso de los estudiantes.

Novedad: La aplicación de IA en el ámbito educativo representa una novedad significativa que está revolucionando el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque el uso de tecnologías en educación no es nuevo, la incorporación de IA para personalizar el aprendizaje y ofrecer retroalimentación adaptativa es una innovación reciente que está transformando la forma en que los conceptos matemáticos se enseñan y se comprenden. A su vez, permite a los docentes adaptar los contenidos a las necesidades específicas de cada estudiante y proporcionar un apoyo más efectivo (Sánchez O. M. et al., 2019).

Actualidad Científica: En el contexto actual, el avance de la IA y su aplicación en la educación es un tema de gran relevancia científica. La investigación reciente ha demostrado que las herramientas basadas en IA tienen el potencial de transformar significativamente la educación al proporcionar experiencias de aprendizaje más dinámicas y adaptativas.

A continuación, se presenta una síntesis de la estructura de la investigación organizada en tres siguientes capítulos:

El Capítulo I construye un marco teórico sólido y exhaustivo que explora los antecedentes investigativos, los conceptos fundamentales de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, el rol de la tecnología y, específicamente, el potencial de la inteligencia artificial para transformar el proceso educativo, preparando el terreno para la propuesta metodológica que se presentará en el siguiente capítulo.

El Capítulo II establece la hoja de ruta de la investigación, detallando cómo se abordará el estudio sobre la aplicación de la IA en la enseñanza de ecuaciones cuadráticas. Describe el enfoque mixto, el alcance descriptivo y exploratorio, el diseño transversal y no experimental, y los instrumentos clave como encuestas, pre y post test. Se define la población estudiada y se explica cómo se procesarán y analizarán los datos recopilados para evaluar el impacto de la IA y fundamentar la propuesta. El capítulo culmina con el análisis de los resultados del diagnóstico



inicial, ofreciendo una visión de las percepciones de docentes y estudiantes sobre el uso actual y potencial de la IA en el aprendizaje de matemáticas.

El Capítulo III presenta la propuesta de la investigación, centrada en la personalización de GPT como herramienta de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de ecuaciones cuadráticas en estudiantes de décimo año. Se describe detalladamente la propuesta, su fundamentación teórica en el constructivismo y el aprendizaje personalizado, sus objetivos general y específicos, y las características clave de la IA que la sustentan: personalización, interactividad, retroalimentación inmediata y accesibilidad. Además, explica la estructura y dinámica de la guía de actividades propuesta, basada en el ciclo ERCA, y detalla su implementación a través de la creación de un GPT personalizado denominado "Robert". Finalmente, aborda la evaluación de la propuesta mediante pre y post- test y la validación por expertos, presentando los resultados y análisis de ambas pruebas para medir el impacto de la intervención. Finalmente se expresan las conclusiones, las recomendaciones, la bibliografía y los anexos.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

El estudio se fundamenta en los antecedentes históricos y evolutivos del problema relacionado con la aplicación de herramientas de inteligencia artificial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas para estudiantes de décimo año. Se busca ofrecer soluciones y aportes respaldados por criterios técnicos y científicos, basándose en la obra de autores relevantes en el tema.

En la Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa Reicomunicar, de autoría de Alcívar et al, (2024), hace referencia a la elaboración de estrategia didáctica centrada en el uso adecuado de la inteligencia artificial con el objetivo de optimizar la planificación docente en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de ciencias sociales, dirigida a estudiantes de décimo año de básica superior en la unidad educativa “Picoazá”, direccionando a tener resultados de una encuesta aplicada a los docentes indican que un 72% de ellos mantiene expectativas optimistas sobre el impacto positivo de la inteligencia artificial y las brechas digitales en la educación. Asimismo, una entrevista con un representante de la institución revela un optimismo cauteloso acerca de la adopción de estas tecnologías, reconociendo su potencial transformador y los desafíos que presentan.

Los datos obtenidos destacan que el conocimiento sobre IA es de vital en el ámbito educativo puesto que en la era digital que vivimos se deben considerar los avances tecnológicos y unirlos con los sistemas educativos de tal manera que se conviertan en estrategias didácticas para promoverlas como herramientas innovadoras y creativas para lograr generar un mayor interés en las actividades que realizan los estudiantes.

En la investigación de Zamora (2023) resalta que el uso de la Inteligencia Artificial se remonta a la década de los años 50' y que desde entonces se ha venido implementando en diversas áreas de conocimiento donde ha venido desarrollándose para buscar mejorar y facilitar la vida del ser humano. Es decir, se debe ver al desarrollo de la IA como una oportunidad para que tanto docentes como alumnos puedan llegar a experimentar diversas formas de aprendizaje. (p.34)

La investigación, el conocimiento, el desarrollo y la aplicación de la IA, llega a representar un campo en evolución que debe ser regulado éticamente, tanto a nivel individual como colectivo. Por esta razón, el análisis situacional es crucial para el desarrollo de propuestas viables para su uso adecuado.

Investigaciones como las de Allen Cu & Hochman (2023), destacan el impacto de la IA en el aprendizaje, así como de los Chatbots, en ella destacan que gran parte de los estudiantes actualmente las han utilizado durante sus exámenes finales. (p. 45).

De esta manera se puede establecer que el conjunto de estos antecedentes destaca la necesidad de establecer una investigación que sea reflexiva y planificada sobre la inteligencia artificial en el ámbito educativo, con miras a maximizar sus beneficios y abordar sus limitaciones.

Una investigación reflexiva y planificada sobre el uso de la IA en la educación busca la maximización de los beneficios que esta puede llegar a representar, como es el caso de la formación de docentes y estudiantes; pero también del uso ético y responsable de estas herramientas con la finalidad de poder implementar su uso en las aulas, garantizando así un enfoque que enriquezca el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera efectiva y responsable.

En la misma línea Aragón & Silva (2022) en su investigación *“Mirada a un paradigma disruptivo: educación mediada por las tecnologías”* abordan las potencialidades didácticas de la IA; dónde enfatizan como su implementación en el área educativa puede ayudar a una interacción significativa entre estudiantes y docentes. (p. 56)

De esta manera contribuye al mejoramiento de las competencias educativas y puede llegar a impactar de forma positiva en los educandos. La personalización que ofrece la IA responde a los diversos estilos de aprendizaje de los estudiantes, permitiendo una enseñanza más adaptativa.

Los autores Puerto & Gutiérrez (2022), describen un programa de formación virtual del profesorado mediante creado por la Universidad de Extremadura, en dónde se capacitaron a 76 maestros sobre el uso de la IA en el área educativa. Esta investigación termino revelando que la IA puede llegar a mejorar el aprendizaje; siempre que exista un acompañamiento adecuado, dónde a la par sugirieron que el uso de la IA puede ser integrado en cualquier situación educativa siempre que exista una adecuada guía y acompañamiento.

La integración de la Inteligencia Artificial en el ámbito educativo ha mostrado que se puede integrar de manera favorable para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Calabuig y et al. (2021) destacan en su artículo que la IA puede llegar a ser utilizada para fortalecer los diferentes contenidos educativos, especialmente cuando se presentan de manera lúdica. (p. 34).

Un ejemplo sencillo de su uso según los autores es el uso de algoritmo simple de aprendizaje por refuerzo, mismo que muestra cómo se pueden sintetizar los elementos fundamentales de la IA a través de actividades recreativas.

Los autores también destacan que el uso de la IA en el ámbito educativo conlleva tener un enfoque claro y sobre todo respetando los aspectos éticos, ya que el docente debe explicar a sus estudiantes que detrás de cada respuesta que brinda la IA existe un razonamiento y procedimiento que le ayudó a entregarles esa información.

Asimismo, la investigación de Ocaña et al. (2019) titulada *“Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior”* aborda los nuevos desafíos que enfrenta la sociedad de la información, es exigir a las universidades y a los sistemas educativos un cambio profundo en sus estructuras tradicionalistas de enseñanza. Además, mencionan que usar la IA como una nueva manera de enseñanza pueden llegar a promover una mejora sustancial en la educación a todos los niveles, ofreciendo una calidad sin precedentes.

De esta manera es fundamental que los docentes comiencen a considerar brindar a sus estudiantes una forma de enseñanza más personalizada y precisa que esté adaptada a sus necesidades, integrando diversas formas de interacción humana con las tecnologías de la información y la comunicación.

Actualmente los sistemas educativos enfrentan grandes desafíos, mismo que radican en cambiar la manera de planificar, diseñar, desarrollar e implementar competencias digitales que les ayuden a sus estudiantes a comprender y manejar el entorno tecnológico del mundo actual. Con la finalidad de fomentar un lenguaje digital universal basado en programas desarrollados con inteligencia artificial.

1.2. Inteligencia artificial y el acceso a la educación diversa.

Parra et al., (2020) destacan que la educación debe atender a la diversidad existente en el aula y ser capaz de incluir a todos los estudiantes, para ello es indispensable fomentar un trabajo cooperativo a través del uso de las TIC. Estas herramientas no solo promueven la colaboración; sino que, ofrecen espacios para que los estudiantes aprendan a apoyarse mutuamente. (p. 350-351)

Los autores también señalan que la IA debe verse como una aliada en el proceso de aprendizaje, esto debido a la capacidad para crear diversos formatos como generación de subtítulos, audio descriptivo, ofreciendo además retroalimentación inmediata. De esta manera los estudiantes con Necesidades Educativas Específicas (NEE) asociadas o no a una discapacidad puedan sentirse incluidos en el entorno educativo.

Los docentes al utilizar inteligencia artificial pueden llegar a generar actividades adaptadas a la diversidad existente del alumnado, de esta manera se garantiza que cada estudiante reciba una educación de calidad y se sienta parte de la comunidad educativa.

El uso de la IA en educación no busca solo beneficiar a estudiantes que requieran adaptaciones o ajustes curriculares; sino permite adaptar los contenidos para todo el grupo áulico entregando actividades donde todos puedan llegar a participar.

En definitiva, integrar la IA y las TICS en el aula es una manera de brindar una enseñanza de calidad y un espacio educativo más lúdico y accesible.

1.2.1. Inteligencia artificial en la estrategia didáctica

De acuerdo con Cortina, (2021) la inteligencia artificial promete una mejorar importante en el campo educativo en todos los niveles, ya que permiten a los docentes personalizar la educación acorde a las necesidades del estudiantado, así como integrar las diversas formas de interacción humana y la inteligencia artificial en el nuevo milenio.

Según Cárdenas (2023) la inteligencia artificial brinda grandes posibilidades para mejorar la educación y enriquece la experiencia del aprendizaje y lo personaliza, pudiendo llegar a adaptar el contenido y la dificultad del mismo en función del nivel de logro que se desea alcanzar; además, permite la automatización de tareas, programación de las clases, gestión de registros y comunicación con estudiantes y padres. De esta manera se logra optimizar tiempos y liberar de trabajos pesados a los educadores. (p. 34)

Actualmente los formatos de inteligencia artificial ofrecen mejorar de forma significativa la manera en la que se aprende; ya que, según Cotrina et al., (2021) la IA brinda experiencias de aprendizaje incomparables puesto que permiten a los docentes personalizar la educación de acuerdo a las necesidades de los estudiantes, dando como resultado un enfoque más inclusivo y efectivo.

Además, integrar la IA al proceso de aprendizaje redefine el proceso educativo pues enriquece la dinámica en el aula, permitiendo que tanto docentes como estudiantes se apoyen de manera ética y responsable en esta herramienta que ha venido a cambiar el mundo educativo pues los docentes han comenzado a utilizar la tecnología y diversas herramientas impulsadas con inteligencia artificial para que los es estudiantes trabajen en estos espacios y aprendan cómo funciona. (Posso et al., 2025, pp. 1-8)

Que los docentes se encuentren usando ya herramientas que trabajen con IA destaca que están en la búsqueda de estrategias didácticas que mejoren su práctica docente, además indica que buscan generar espacios donde sus estudiantes puedan llegar a desarrollar habilidades críticas de pensamiento mediante la manipulación y trabajo en plataformas impulsadas por inteligencia artificial. Es importante destacar que la IA puede diseñar actividades que ayuden a fomentar el diálogo y la colaboración dónde cada uno de los estudiantes participe a su ritmo.

De esta forma el rol del docente se transforma a un facilitador o mediador del aprendizaje, donde es el responsable de guiar y acompañar a los estudiantes en su desarrollo académico, haciendo de la educación una experiencia enriquecedora y que se adapte a los retos del siglo XXI.

Según Fernández, (2023) la inteligencia artificial revoluciona las estrategias didácticas, pues ofrece un enfoque innovador que ayuda a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde su aplicación radica en la implementación de sistemas inteligentes que puedan llegar a adaptarse a las necesidades individuales de cada uno de los estudiantes, mismo que es capaz de brindar experiencias de aprendizaje personalizadas y eficientes. (p. 1-78)

Los sistemas basados en algoritmos de aprendizaje automático, así como de procesamiento de lenguaje natural poseen la capacidad de analizar el progreso de los estudiantes e identificar áreas dónde pudiesen tener dificultades proporcionando retroalimentación inmediata.

El uso de la inteligencia artificial facilita la creación de contenido interactivo que ayude a captar la atención de los estudiantes. Además, estos sistemas pueden llegar a automatizar tareas administrativas, haciendo que los docentes se liberen de cargas documentales y les permita centrarse en aspectos más significativos de la enseñanza. De esta forma la inteligencia artificial no solo busca transformar la forma en la que se enseña; sino empoderar a los docentes mediante la oportunidad de innovar y enriquecer la experiencia educativa.

1.3. Los Recursos Tecnológicos en la Educación

Para Morocho, (2019) el avance tecnológico que ha venido dándose en las últimas décadas ha permitido transformar significativamente la manera en la que se ve el mundo, pero también ha ayudado a que la educación se transforme, esto se debe a que la integración de recursos tecnológicos en las aulas ha modificado la manera en la que los docentes hoy pueden presentar los contenidos. (p. 15-19)

El uso de los recursos tecnológicos en el ámbito educativo ayuda a mejorar la estimulación de conceptos complejos y desarrollar habilidades clave en los estudiantes. De acuerdo con Sosa & Valverde, (2022) para que los recursos tecnológicos funcionen de manera efectiva en el aula se deben usar acorde y de forma coherente con los contenidos a enseñar, es decir se debe considerar que quiere mostrarse y de ahí establecer que recurso ayuda a mostrar lo que se desea enseñar. (p. 939-970).

Hoy en día los maestros han de adaptarse a la transformación tecnológica educativa y que no puede ser ignorada, debe entenderse que los recursos tecnológicos que pueden usarse en la educación pueden llegarse a convertir en aliados estratégicos del docente; y que, el docente no solo aprenda a usar la tecnología; sino que se convierta en un mediador del aprendizaje utilizando estos recursos de forma efectiva.

1.3.1. Inteligencia artificial

Los cambios tecnológicos de los últimos años han sido enfocados en la creación de herramientas educativas impulsadas por inteligencia artificial, mismas que han cambiado la manera en la que se concibe la enseñanza y el aprendizaje. De acuerdo con Vidal & Castillo, (2023) las tecnologías educativas impulsadas por IA no solo ayudan a la personalización de la educación; sino que llegan a adaptarse a las necesidades solicitadas por el usuario.

El uso de la Inteligencia Artificial en el campo educativo permite generar contenido variado sea en texto, crear imágenes mediante ordenes claras, editar y crear videos, elaborar exámenes acordes a las necesidades que se planteen. Es decir, ofrece un abanico de oportunidades para que los docentes puedan crear y generar contenido con la finalidad de enriquecer y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Según Schneider, (2024) la educación ha venido cambiando con el avance tecnológico, y el uso de la inteligencia artificial actualmente ha revolucionado la forma en la que se puede enseñar y aprender. La IA utiliza algoritmos u operaciones organizadas que permiten establecer ordenes claras para hallar soluciones a problemas planteados, de esta manera la IA es capaz de resolver y contestar preguntas en cuestión de segundos, llegando incluso a poder personalizar la experiencia de aprendizaje y adaptarse a las necesidades y ritmos de cada individuo llegando a proporcionar retroalimentación en tiempo real.

De esta manera la IA no solo ayuda en la optimización y mejora de los procesos educativos; sino que, ofrece a los docentes una herramienta valiosa para mejorar su práctica docente y

optimizar su tiempo; así mismo a los estudiantes les brinda una oportunidad de contestar sus preguntas o incluso tener un tutor artificial que les explique conceptos no entendidos en clase.

El uso de la IA en la educación no busca crear el facilismo sino brindar mecanismos que ayuden a mejorar los estilos de aprendizaje de los estudiantes; así también brinda la oportunidad que los docentes aprendan de la IA y la utilicen como una herramienta de apoyo para crear contenido.

La IA entonces se convierte en un socio estratégico que ayuda a crear un aprendizaje más interactivo y colaborativo, siempre que se la utilice de una forma reflexiva y ética, enseñando que la tecnología complementa las tareas, pero no busca reemplazar la interacción en el aula. Es importante que los docentes aprendan a utilizar esta herramienta como un mecanismo de mejora en su práctica educativa y acorde a trabajar en un entorno educativo más dinámico y accesible con el uso de la inteligencia artificial.

1.3.2. Personalización del aprendizaje

La personalización del aprendizaje implica considerar los ritmos en que aprende cada uno de los estudiantes o cada grupo, es entender que cada individuo tiene un ritmo diferente de aprendizaje. Usar la inteligencia artificial en el ámbito educativo busca mejorar la eficiencia de tiempos y entregar un aprendizaje personalizado lo que ayuda a mejorar la manera en la que se enseña.

Según Martínez & García (2023), el impacto de la personalización del aprendizaje se puede llegar a dividir en tres áreas: 1) administración, que se refiere a la rapidez en la realización de tareas, así como en la preferencia para diseñar planes de estudio personalizados, no solo ayuda en la disminución de trabajo de los docentes; sino que permite que los estudiantes puedan recibir una educación adaptada a sus necesidades, esta personalización es importante en un entorno tan diverso como el actual, donde cada estudiante tiene su propio ritmo y estilo de aprendizaje; 2) La Instrucción, el aprendizaje asistido por IA permite abordar dificultades de aprendizaje de los estudiantes y realizar adaptaciones según el nivel de complejidad; y 3) En última instancia, en el caso del aprendizaje, estos sistemas de educación inteligente están diseñados para incrementar el valor añadido del aprendizaje, especialmente las tecnologías de machine learning que están estrechamente relacionadas con la modelización estadística y la teoría del aprendizaje cognitivo. (p. 3-21)

1.3.3. Prompt

Según la Universidad de Santander (2024) es una instrucción u orden escrita que un usuario debe introducir cuando trabaja o interactúa con un chatbot de inteligencia artificial como Bard o ChatGPT. El Prompt es un texto clave que dirige la conversación con la IA para obtener respuestas.

Para Sánchez, (2023) el Prompt constituye en ordenes iniciales que se suministra a una Inteligencia Artificial para llegar a desencadenar una respuesta dependiendo del requerimiento. El mismo actúa como el punto de inicio en el proceso de generación textual que puede ser mediante preguntas, declaraciones o fragmentos incompletos para que la IA los complete. Formular un adecuado Prompt permite obtener calidad en la respuesta generada, pues una redacción u orden precisa permite establecer y entender al lenguaje artificial lo que se desea obtener.

1.4. Formación docente para la integración

De acuerdo con Gutiérrez, (2023) en un contexto más amplio, la incorporación de la inteligencia artificial en la educación de los profesores puede ayudar a preparar a los educadores para que se familiaricen con las tecnologías emergentes y sean capaces de utilizarlas de manera efectiva; sin embargo, otros autores como Castro et al., (2023) destacan el papel del docente es fundamental para poder integrar las tecnologías de inteligencia artificial de forma adecuada y es frecuente que, con el surgimiento de nuevas tecnologías, se generen enfoques pedagógicos que no estén completamente desarrollados, pero sí impulsados por el deseo de aprovechar su potencial.

En este contexto, Guachichullca & Banda, (2024) mencionan que los docentes actualmente están experimentando el uso de la inteligencia artificial especialmente pidiendo sugerencias sobre tareas que deseen enviar o realizar con los estudiantes. Este enfoque que los docentes utilizan se conoce como “pedagogías emergentes” pues consisten en procesos experimentales que buscan encontrar una forma en la que se puede integrar a la tecnología en el aula.

A pesar de que esta formación docente en inteligencia artificial está en fase de desarrollo, investigaciones como las de Guachichullca & Banda, (2024) demuestran que los docentes se sienten motivados por el deseo para explorar y maximizar el potencial que estas herramientas pueden ofrecer, enriqueciendo de esta forma la manera en la que se enseña. Por lo tanto, el punto más importante de la formación docente radica en la capacidad para poder aprender y adaptarse a los cambios que el mundo actual conlleva.

Por lo tanto, el proceso experimental no solo permite que los docentes exploren nuevas maneras de enseñar; sino que, crea un ambiente más dinámico que ayude a fomentar la curiosidad y el compromiso de los estudiantes. A medida que los docentes integren a la inteligencia artificial o realidad virtual en la práctica docente se tiene la oportunidad de transformar la manera en la que se enseña y aprende, haciendo del aula un espacio más interactivo y colaborativo.

Los educadores deben estar abiertos a la retroalimentación y dispuestos a experimentar, incluso si algunas de sus estrategias iniciales no resultan como esperaban. La clave está en la resiliencia y la innovación, así como en la capacidad de los educadores para reflexionar sobre su práctica y ajustar su enfoque según lo que funcione mejor para sus estudiantes.

1.5. Herramientas de IA utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Actualmente existen diferentes herramientas tecnológicas impulsadas por inteligencia artificial que pueden ser utilizadas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje del área de matemáticas, específicamente en la resolución de problemas de ecuaciones cuadráticas. Estas herramientas pueden ayudar a la comprensión, práctica y resolución de problemas relacionados con dichas ecuaciones lo que promueve un aprendizaje más interactivo y dinámico.

1.5.1. Geogebra

Es un software gratuito que ayuda en la enseñanza de la matemática, combina elementos de la geometría, álgebra, cálculo y estadística dentro de un entorno interactivo. Es una herramienta útil y versátil para el aprendizaje matemático. Esta herramienta es impulsada por un motor de inteligencia artificial que ayuda a resolver problemas complejos como las ecuaciones cuadráticas.

En este sistema los estudiantes pueden ingresar la ecuación y el software le proporciona el procedimiento paso a paso para encontrar la solución. Esta es ideal para quienes desean comprender el proceso detallado en la resolución del problema. La plataforma también permite a los estudiantes explorar diversos métodos de resolución de ejercicios como factorización la fórmula cuadrática. Gálvez, (2021)

1.5.2. ChatGPT

El ChatGPT es una herramienta impulsada en inteligencia artificial desarrollada por OpenAI, la misma utiliza modelos de lenguaje avanzados para generar respuestas contextuales coherentes mediante la consulta del usuario. Su funcionamiento está basado en una red neuronal entrenada

por volúmenes de texto, permitiendo comprender y generar lenguaje humano de manera precisa. (Zamora, 2023)

Dentro del campo educativo el ChatGPT puede utilizarse como un recurso de apoyo de aprendizaje, ya que proporciona explicaciones detalladas, resuelve dudas y ofrece asistencia personalizada. Esta herramienta tiene como potencial enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje puesto que actúa con los usuarios de manera dinámica y ofrece soluciones adaptadas a las necesidades, convirtiéndolo en una aliada de la educación moderna. Segarra et al., (2024).

1.5.3. Symbolab

Symbolab es una plataforma en línea que permite a los estudiantes a resolver ecuaciones; además, resolver los problemas entregados proporciona una explicación paso a paso sobre cómo se obtuvo la solución. Según Ruiz, (2023) Symbolab permite que los estudiantes introduzcan ecuaciones cuadráticas y vean el desarrollo completo hasta llegar a su solución. (p. 79)

Es un software que también es impulsado por inteligencia artificial, ayuda a identificar los errores que comúnmente cometen los estudiantes, pues permite analizar los pasos intermedios y que los estudiantes los comparen con sus procesos. Es especialmente útil para reforzar el aprendizaje de manera autodidacta y puede ser usado para prácticas adicionales.

La utilización de aplicaciones de GeoGebra, Chat GPT y Symbolab dentro del campo educativo de las matemáticas permiten entender de una mejor manera el aprendizaje en problemas de ejercicios de ecuaciones cuadráticas, donde estos softwares brindan una experiencia dinámica para su comprensión.

El ChatGPT facilita una comprensión detallada sobre el proceso; GeoGebra, ayuda a visualizar de manera gráfica y exploratoria las soluciones; y Symbolab, refuerza el aprendizaje ya que brinda retroalimentación instantánea sobre los errores cometidos...

Como docentes, podemos integrar estas herramientas de manera complementaria en el aula, así, GeoGebra puede ser útil en la explicación de métodos y procedimientos; ChatGPT es ideal para actividades interactivas en las que los estudiantes experimenten con las ecuaciones cuadráticas de forma práctica sin embargo Symbolab ofrece un excelente recurso para la práctica individual fuera del aula. El uso conjunto de estas herramientas fomenta un aprendizaje más dinámico, personalizado y autónomo, permitiendo a los estudiantes abordar las ecuaciones cuadráticas desde distintos enfoques y mejorar su comprensión conceptual, técnica y visual.

1.6. Enseñanza de la Matemática

La enseñanza debe verse como un proceso que consiste en orientar y direccionar el aprendizaje de los educandos, mismo que facilite adquirir conocimiento mediante prácticas reflexivas y activas.

En el ámbito matemático, la enseñanza debe ir más allá que la mera transmisión de conocimiento o la enseñanza de números; sino que, implica un proceso dónde los estudiantes aprendan a desarrollar habilidades críticas y creativas para resolver problemas matemáticos.

Enseñar matemática debe darse como una experiencia reflexiva en dónde los estudiantes entiendan cómo se obtienen los datos, para que se los utiliza y su importancia, esto debe darse mediante la ejemplificación de experiencias significativas que les ayuden a formar su pensamiento reflexivo. Martínez, (2021).

Las experiencias reflexivas y prácticas ayudan a que los estudiantes aprendan a utilizar de forma más inteligente el uso de los datos y conceptos matemáticos; de esta manera se fomenta un aprendizaje trascendental en el aula. Cuando los estudiantes se involucran en actividades creativas llegan a estimular su curiosidad y exploran diferentes formas para resolver problemas.

De esta manera se logra que los estudiantes aprendan a ser pesadores críticos y solucionadores creativos, ya que ayuda a mejorar su comprensión matemática y lógicas (Gómez et al., 2019).

La enseñanza en las aulas por parte de los docentes busca cultivar un ambiente donde los estudiantes puedan desarrollar habilidades críticas y creativas. En el ámbito de las matemáticas, esto cobra especial relevancia, ya que la materia no solo se trata de números y fórmulas, sino de desarrollar un pensamiento lógico que les permita abordar y resolver problemas de manera efectiva.

1.7. Aprendizaje de la Matemática

De acuerdo con Echeverría (2017), el aprendizaje debe ser visto como un proceso de cambio que ayuda a los estudiantes a que puedan adquirir nuevas habilidades o que lleguen a mejorar las ya existentes. Dentro del área de matemáticas, este proceso es un desafío puesto que se necesita enseñar que los estudiantes trabajen con diversas habilidades cognitivas como observación, estudio y prácticas mismas que son necesarias para la reflexión en el campo matemático.

Buitrago, (2021) menciona que el aprendizaje matemático es de vital importancia para que los estudiantes desarrollen competencias como el razonamiento lógico y abstracto, fundamentales para la interpretación y solución de problemas en la vida diaria.

En este sentido aprender matemáticas se convierte en un viaje importante hacia el dominio de habilidades que son importantes en la vida, dónde su enfoque principal es desarrollar la capacidad en los estudiantes las destrezas analíticas en la resolución de problemas. Es importante establecer una práctica pedagógica que permita desarrollar de forma integral las diferentes competencias de los estudiantes.

Es así que, enseñar matemáticas debe hacerse desde una manera accesible, comprensible y sobre todo pedagógica y lúdica, donde el estudiante se divierta aprendiendo partiendo desde situaciones cotidianas que le ayuden a dar sentido y utilidad del porque aprender matemática.

Es importante que los estudiantes no solo aprendan la matemática como la forma de expresar números o hacer cálculos; sino, invitarlos a que aprendan a usar las matemáticas para razonar, resolver problemas lógicos, desarrollar la capacidad crítica; pero sobre todo para mediar y generar soluciones concretas ante situaciones comunes.

Para Sánchez et al., (2024) los procesos de cambio ayudan a los estudiantes no solo a adquirir nuevas capacidades; sino a que aprendan a perfeccionar las ya existentes. El autor menciona que, si bien esto representa un desafío significativo, los estudiantes si pueden llegar a modificar sus habilidades cognitivas mediante la observación, el estudio y la práctica, lo que requiere dedicación y un enfoque proactivo

La matemática debe ser entendida como una herramienta que ayuda en la interpretación y solución de los problemas diarios de la vida, se debe mostrar a los estudiantes que esta abre una puerta a un mundo de posibilidades, ya que en todo se necesita el cálculo, la lógica y la reflexión. Por ello fomentar un entorno de aprendizaje que ayude a valora la exploración y el pensamiento reflexivo ayuda a que los estudiantes vean a las matemáticas no solo como un conjunto de fórmulas, sino como un medio para comprender y mejorar su entorno. Así, el aprendizaje se convierte en un proceso enriquecedor que no solo transforma sus habilidades matemáticas, sino también su manera de interactuar con el mundo Cámac et al., (2023)

El aprendizaje matemático entonces se destaca por su papel fundamental en el desarrollo de competencias lógica y abstractas, dónde estas habilidades no solo son esenciales para resolver

problemas matemáticos; sino, también ayudan a enfrentar situaciones cotidianas que requieren una mayor comprensión crítica y toma de decisiones.

1.8. Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Matemática

El proceso de enseñanza-aprendizaje en matemática debe centrarse en el desarrollo de destrezas que sean duraderas y que permitan aplicar lo aprendido en diferentes contextos. Para Chisiguano & Montesdeoca (2023), el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de las matemáticas a de centrarse en la adquisición de las Destrezas con Criterio de Desempeño (DCD) establecidas en el currículo nacional de educación con la finalidad que les ayude a fomentar el pensamiento lógico.

Para el desarrollo de dichas destrezas el docente debe ser capaz de desarrollar y usar recursos y herramientas didácticas y tecnológicas que ayuden a motivar a los estudiantes en el aprendizaje de la matemática.

Además, el uso de recursos didácticos y tecnológicos juega un papel crucial en este proceso. Incorporar herramientas interactivas y aplicaciones digitales no solo motiva a los estudiantes, sino que también hace que el aprendizaje sea más relevante y atractivo. Estas herramientas pueden facilitar la visualización de conceptos abstractos y permitir a los estudiantes experimentar con las matemáticas de una manera más práctica y envolvente.

Cuando se logra crear un entorno de aprendizaje más dinámico, los estudiantes se llegan a sentir más seguros para explorar y participar, lo que reduce el miedo a participar así se cometen errores. De esta forma se promueve una actitud positiva hacia las matemáticas, haciendo que el proceso educativo se convierta en una experiencia más enriquecedora, crítica y reflexiva, preparando a los estudiantes no solo para rendir exámenes; sino para que aprendan a enfrentar desafíos en su futuro académico, personal y/o profesional.

1.9. Sistema Didáctico en la Matemática

De acuerdo con Vergnaud, (1985) un sistema didáctico se refiere a un conjunto de elementos que interactúan en el proceso de aprendizaje de la matemática, misma que incluye a maestros, alumnos y contenidos.

El sistema didáctico de la matemática también incluye los intercambios y conflictos que incluyen el proceso educativo, este se refiere al contexto externo denominado noosfera, es decir todo lo que sucede de manera externa también tiene que ver en cómo aprende el estudiante. Por ello, la matemática debe verse como un aprendizaje integral, donde el sistema didáctico considere

aspectos internos y externos que influyen en el aprendizaje contextualizado del estudiante. (Chisiguano & Montesdeoca, 2023).

Según Meneses, (2019) se presenta como un esquema complejo, ya que las matemáticas deben verse como un proceso educativo que sea capaz de integrar tanto al maestro y alumnos como a los mismos contenidos. Esta idea de acuerdo con el autor va más allá de una simple interacción

Dentro del aula; sino que se debe considerar todos los aspectos internos y externos que implica aprender la matemática, cuando se considera estas influencias se puede lograr un aprendizaje más efectivo y contextualizado.

Cuando se adopta un enfoque diferente en la enseñanza de las matemáticas los educadores son capaces de generar aprendizajes significativos considerando las diversas realidades de cada uno de los estudiantes sean sociales, culturales y tecnológicas que impactan en cómo los estudiantes aprenden.

Por ejemplo, al involucrar a los estudiantes en actividades que reflejen situaciones de la vida real y su contexto cultural, se les ayuda a conectar los conceptos matemáticos con su entorno, haciéndolos más relevantes y significativos. Dávila, (2019)

Finalmente, este tipo de enseñanza ayuda a promover una comprensión profunda de los contenidos de la materia, además fomenta el pensamiento crítico y resolución de problemas, así como las habilidades básicas que deben alcanzar en cuanto a las destrezas. En definitiva, el sistema didáctico debe verse desde un enfoque integral, donde diseñen experiencias de aprendizaje que no solo aborden el contenido académico, sino que también preparen a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo real con confianza y competencia.

1.10. Importancia de la Matemática en la Educación Básica

Para Muñoz & Mendoza, (2022) la matemática desempeña un papel importante dentro de la educación básica, ya que no solo es una materia sino, que se convierte en una herramienta esencial que permite desarrollar el pensamiento lógico y crítico en los estudiantes, especialmente en un mundo donde cada vez se vuelve más complejo y tecnológico, estas habilidades son fundamentales pues permite enfrentar los desafíos que surgen en distintas ramas desde la ciencia y la ingeniería e incluso hasta la toma de las decisiones cotidianas.

Aprender matemáticas no solo capacita a los estudiantes para que aprendan a resolver problemas abstractos; sino que permite que los estudiantes aprendan a ganar confianza en sus

propias habilidades, la misma que es importante en el proceso educativo pues ayuda a generar una actitud positiva hacia la búsqueda y resolución de problemas. Sánchez et al., (2024) menciona que cuando se logre entender y explicar conceptos matemáticos en situaciones reales los estudiantes son más capaces de enfrentar retos en el ámbito académico y en su propia vida personal.

El Ministerio de Educación del Ecuador en su Guía metodológica de competencias Matemáticas establece que en la actualidad la sociedad exige profesionales que posean competencias matemáticas, lo que resalta la necesidad de que el aprendizaje de esta área se de forma adecuada desde los primeros años de educación. (MINEDUC, 2022).

Este criterio permite inferir que el aprendizaje correcto de las matemáticas permite abrir diversas puertas en el ámbito laboral, ya que las matemáticas permiten entregar a la sociedad ciudadanos críticos y lógicos que participen de forma activa y funcional en la sociedad.

Enseñar matemáticas actualmente se ha convertido en un gran desafío para el docente, ya que pone en manifiesto la necesidad de buscar herramientas y/o mecanismos que permitan transmitir conocimientos de ciencias exactas en forma correcta y adecuada.

1.11. Herramientas didácticas

Según los autores Zambrano et al., (2021) las herramientas didácticas son materiales que usan los docentes para facilitar y mejorar el proceso de aprendizaje con la finalidad que sea más lúdico y efectivo. Además, destacan que estos pueden incluir elementos: humanos, culturales, materiales o tecnológicos. (p. 73-87)

Las herramientas didácticas pueden verse como los medios usados por docentes y alumnos para facilitar el proceso de aprendizaje, esto tiene como fin hacer del aprendizaje que sea más comprensible y que los estudiantes retengan conocimientos de forma más interactiva. Para Fandos, (2023) cuando los docentes logran integrar de manera efectiva estos recursos y/o herramientas permiten que el aprendizaje sea más dinámico y efectivo. (p. 32-33).

De acuerdo con Matailo & Ramón, (2023) las herramientas didácticas cumplen un papel importante dentro del proceso del aprendizaje matemático, ya que estas actúan como puentes entre maestro y alumno para mejorar la comprensión y retención de conocimientos. De esta forma maestros y estudiantes se benefician de ellos ya que para el maestro es un medio por el cual canaliza su conocimiento y para el estudiante porque lo asimila de mejor manera. (p. 10317-10337)

Estas herramientas según los autores pueden ser manipulativos y lúdicos, desde materiales sencillos hasta tecnologías digitales o plataformas interactivas. Cuando el docente logra integrar de manera efectiva estas herramientas en el contexto educativo es cuando el proceso de aprendizaje se transforma en una experiencia más atractiva y dinámica para los estudiantes.

Dichas herramientas no solo ayudan a desglosar conceptos complejos, sino que también fomentan un ambiente colaborativo donde los estudiantes se sienten más motivados para participar activamente, esto se debe a que generalmente la matemática ha sido percibida solo como una materia abstracta; sin embargo, esta puede llegar a ser divertida y dinámica mediante actividades prácticas que les permita a los estudiantes ver la relevancia de lo que están aprendiendo.

Por ejemplo, el docente para enseñar problemas de cálculo podría utilizar juegos o aplicaciones interactivas donde los estudiantes puedan resolver ejercicios que tengan conexión con situaciones de la vida cotidiana y donde los estudiantes vean su aplicabilidad, de esta manera se logra generar mayor interés y conexión emocional con la materia.

Actualmente la educación ha venido transformándose, ya que los docentes han buscado introducir en sus aulas una enseñanza con metodologías activas, interactivas y tecnológicas para mejorar sus explicaciones temáticas en clase. Esto demuestra que los métodos de explicación tradicional pueden combinarse con herramientas o recursos que respalden su contenido, haciendo de las clases más dinámicas y comprensibles.

Los enfoques tradicionales de enseñanza que se basaban en la memorización de contenidos han quedado atrás, pues ahora se debe dar paso al uso de metodologías interactivas en donde los profesores busquen mecanismos y herramientas adecuadas para presentar el contenido de forma accesible, clara y atractiva al estudiante.

Además, al hacer que el aprendizaje sea más accesible y atractivo, se contribuye a desarrollar la confianza de los estudiantes en sus habilidades matemáticas. Esto es vital, ya que la percepción de la matemática como algo difícil o inaccesible puede desmotivar a muchos. Por lo tanto, al emplear herramientas didácticas adecuadas, se crea un entorno que no solo apoya la comprensión, sino que también inspira a los estudiantes a explorar y disfrutar de las matemáticas, preparándolos para aplicar estos conocimientos de manera efectiva en su vida cotidiana.

1.12. Material Didáctico

Según Carriazo et al., (2020) los materiales didácticos son aquellos recursos que pueden ayudar a mejorar la presentación de contenidos, estos pueden ser impresos, audiovisuales, digitales, multimedia u otros que permitan presentar el contenido de una forma más atractiva para el estudiantado. Además, destaca que el material didáctico que se use en clase debe considerar las características y necesidades del grupo con el que se va a utilizar y que estos deben fundamentarse en principios psicológicos, pedagógicos y comunicacionales. (p. 1-19).

El material didáctico de acuerdo al Ministerio de Educación del Ecuador es una parte importante en el quehacer educativo y que debe estar contemplado en la planificación curricular de cada docente, ya que permite presentar los contenidos en diferentes formatos para atraer la atención e interés del estudiantado, asegurando de esta forma que el aprendizaje llegue a ser significativo. MINEDUC (2021).

Para Bartolomé, (2020) el material didáctico no debe ser solo informativo; sino que debe buscar la manera de ser atractivo e interesante para el estudiante pues el mismo debe lograr captar la atención y el interés del estudiante al momento de recibir la información.

1.13. Criterios personales de los argumentos teóricos científicos

En el aprendizaje de las matemáticas, enseñar va más allá de transmitir contenidos; se refiere a un proceso que debe ser dinámico y reflexivo mismo que esté orientado a cultivar habilidades cognitivas, creativas y críticas en los estudiantes. Orientar de manera adecuada es buscar mecanismos para que los estudiantes no solo aprendan a dominar fórmulas y procedimientos; sino que aprendan a desarrollar la comprensión profunda de los conceptos aprendidos, relacionándolos con problemas del mundo real de forma lógica y efectiva. (Alcívar et al., 2024)

De acuerdo con Bendezu, (2023) la enseñanza de la matemática ayuda a facilitar a que los estudiantes aprendan a interactuar de manera activa y reflexiva, por ello el docente tiene la responsabilidad de guiar adecuadamente a los estudiantes mediante el uso inteligente de datos y herramientas matemáticas mediante experiencias de aprendizaje que no solo fortalezcan el razonamiento abstracto; sino que estimulen la creatividad y curiosidad. (p. 1-53)

Esta visión de la enseñanza permite que los estudiantes trasciendan de la simple memorización de procesos y formulas y da paso a que se conviertan en pensadores autónomos y solucionador de problemas.

En la actualidad el aprendizaje de las matemáticas, conlleva a un proceso de cambio continuo en el que los estudiantes modifican sus habilidades cognitivas a través de la observación, el estudio y la práctica, ya que en nuevas carreras técnicas universitarias aplicación de las ciencias exactas se direccionan a la necesidad de desarrollar competencias que no solo sean relevantes para el ámbito académico, sino que también sirvan para la interpretación y solución de problemas cotidianos; por consiguiente se considera de gran importancia el desarrollar razonamiento lógico y abstracto, ya que estos son los pilares que permiten a los estudiantes enfrentarse a los desafíos de la vida diaria y profesional de manera efectiva. (Bendezu, 2023)

En contexto, la pedagogía debe ser práctica y contextualizada, lo que implica partir de situaciones cotidianas y cercanas a los estudiantes para hacer más accesibles los conceptos matemáticos. Esta perspectiva pedagógica debe fomentar no solo el aprendizaje de técnicas matemáticas, sino también el desarrollo de un pensamiento lógico que permita a los estudiantes generar soluciones eficaces ante diversos problemas. El desafío radica en facilitar un aprendizaje que sea tanto conceptual como práctico, que implique un cambio real en las competencias de los estudiantes.

Para los autores Carriazo et al., (2020) el incorporar tecnologías emergentes en el aula, como es el uso de la inteligencia artificial (IA), ha transformado la manera en cómo se enseña, las herramientas que son impulsadas por IA permiten personalizar el aprendizaje de acuerdo con las necesidades de cada estudiante facilitando la atención de la diversidad en el aula. (p. 15)

Las tecnologías impulsadas por inteligencia artificial ofrecen múltiples ventajas, desde la automatización de tareas administrativas hasta la creación de contenido interactivo que ayuda a motivar y comprometer a los estudiantes, promoviendo una mayor participación activa en su proceso de aprendizaje es importante indicar que la inteligencia artificial no solo permite adaptar el contenido y la dificultad de las lecciones; sino que también ofrece retroalimentación en tiempo real, lo que ayuda a identificar y resolver dificultades de aprendizaje de manera temprana. (Aragón & Silva, 2022).

Las tecnologías ofrecen múltiples ventajas, desde la automatización de tareas administrativas hasta la creación de contenido interactivo que motiva y compromete a los

estudiantes, promoviendo una mayor participación activa en su proceso de aprendizaje es importante indicar que la inteligencia artificial no solo permite adaptar el contenido y la dificultad de las lecciones, sino que también ofrece retroalimentación en tiempo real, lo que ayuda a identificar y resolver dificultades de aprendizaje de manera temprana.

Para Bendezu, (2023) la formación del docente es importante ya que este debe capacitarse en las nuevas tecnologías emergentes, específicamente en inteligencia artificial, puesto que los educadores deben estar al margen de los nuevos avances tecnológicos que contribuyen al desarrollo educativo, esto no solo es dominar y conocer la tecnología; sino ser capaces de adaptarlas como metodologías para transformar sus sistemas de enseñanza. (p. 45)

Las pedagogías emergentes se centran en la experimentación y el ajuste constante de las estrategias didácticas en función de las necesidades de los estudiantes. La flexibilidad y la innovación se convierten en características esenciales de la labor docente en un contexto de cambios tecnológicos. Además, la integración de la inteligencia artificial en la educación fomenta una mayor inclusión, ya que ofrece soluciones para estudiantes con necesidades diversas.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), combinadas con la inteligencia artificial, permiten crear espacios donde los estudiantes pueden colaborar y apoyarse mutuamente, mejorando la dinámica del aula y favoreciendo un ambiente inclusivo. Esto no solo beneficia a aquellos estudiantes que requieren adaptaciones, sino que también enriquece la experiencia de todos los alumnos, promoviendo una cultura de respeto por la diversidad y fomentando habilidades sociales esenciales. (Alcívar et al., 2024)

1.14. La metodología ERCA

La metodología ERCA inventada en 1984 por David Kolb se refiere a un ciclo de aprendizaje activo que por sus siglas significan: Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Aplicación, este modelo de aprendizaje ayuda a facilitar el proceso de enseñanza, mismo que está centrado en partir de la experiencia del educando, caminando hacia la reflexión mediante preguntas de metacognición para luego poder llegar a generar la conceptualización del contenido y finalmente poder aplicar los conocimientos aprendidos. (Duta, 2024).

Autores como Romero, (2021) definen y resalta la importancia del ciclo ERCA donde menciona que es un componente importante dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje de la clase, pues permite a los estudiantes que aprendan a construir su propio aprendizaje mediante las

experiencias y que a su vez interactúen, reflexionen y relaciones estas nuevas ideas con los aprendizajes previos para finalmente poder aplicarlos en su vida cotidiana. (p. 42)

Por otro lado, Rodríguez, (2017) destaca que enseñar no solo debe verse como un acto para transmitir experiencias; sino como un proceso de creación tanto internas como externas, es allí donde el ciclo del ERCA cobra importancia porque ayuda a desarrollar el acto didáctico de manera clara y sistemática lo que permite desarrollar de mejor manera el proceso de enseñanza-aprendizaje. (p. 84)

Por otro lado, Enríquez, (2020) expresa que este ciclo es un proceso que contiene 4 fases, donde el estudiante inicia su proceso con base en la experiencia previa, reflexiona sobre ella, hace una abstracción de lo aprendido y finalmente conceptualiza lo aprendido para luego aplicarlo a otros temas. (p. 12). Es decir, el ERCA se traduce como serie de pasos dónde cada uno de ellos encamina a generar un adecuado aprendizaje.

1.15. Etapas de la Metodología ERCA

La metodología ERCA se desarrolla a través de cuatro etapas interconectadas:

- **Experiencia:** Es la etapa con el que inicia el ciclo del aprendizaje, en ella se comienza con la activación de conocimientos previos y se busca despertar el interés por el nuevo contenido a tratar en clase. Aquí se debe presentar una situación real, problema o pregunta desafiante que invite a participar al estudiante desde lo que conoce. (Rodríguez, 2017, p. 52)
- **Reflexión:** Esta en la segunda fase del ciclo del aprendizaje, en ella se invita a que los estudiantes analicen y procesen la experiencia vivida, sean capaz de reflexionar sobre lo observado y analicen las emociones surgidas y dificultades encontradas sobre la experiencia realizada. (Duta, 2024, p. 19). Es decir, en esta etapa se busca que los estudiantes tomen conciencia de lo que se ha experimentado y comiencen a reflexionar sobre ello.
- **Conceptualización:** En esta tercera etapa del ciclo del aprendizaje, se debe guiar a los estudiantes hacia la construcción del conocimiento, es decir se realiza las explicaciones sobre el tema para que den sentido a los anteriores procesos. De esta manera se formalizan los conocimientos y se llegan a identificar patrones y se establecen las relaciones con lo

aprendido anteriormente. (Duta, 2024). Entonces el docente cumple el rol de facilitador ya que es el encargado de proporcionar información y dotar de herramientas necesarias para que lleguen a formalizar los contenidos.

- **Aplicación:** Finalmente el ciclo del ERCA se cierra con la fase de aplicación donde los estudiantes después de haber realizado los pasos anteriores deben ser capaces de transferir y aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones concretas. Esto permite consolidar el aprendizaje y poner en práctica lo aprendido durante todo el ciclo del aprendizaje. (Duta, 2024)

1.16 Bases normativas y legales

La presente investigación se sustenta en la normativa legal del Ecuador, que reconoce y promueve el uso de tecnologías para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje. En particular, se considera la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), que en su artículo dos establece el derecho a una educación de calidad, equitativa, inclusiva e innovadora, y en el artículo 3 literal H donde expresa estar apoyada en el uso de las tecnologías de la información y comunicación. (LOEI, 2021)

Así mismo, el Plan Nacional de Desarrollo Educativo 2022-2025 contempla en sus objetivos específicos la digitalización del sistema educativo como prioridad estratégica, impulsando la incorporación de metodologías activas apoyadas por tecnologías emergentes como la inteligencia artificial. (MINEDUC, 2021)

1.16.1 Constitución del Ecuador

La constitución del Ecuador garantiza el acceso a la tecnología y la educación como derechos fundamentales, destacando en ellos los artículos 26, artículo 27 y artículo 343. En estos artículos se establece y fomenta que la educación es derecho y una obligación social, teniendo en ella innovación educativa la cual debe integrar ciencia y tecnología.

1.16.2 Código de la niñez y adolescencia.

El artículo 37 declara que los niños, niñas y adolescentes tienen derecho a la educación de calidad, este derecho exige un sistema educativo que: garantice el acceso a la educación de todos los niños, respeto de las culturas, contemplar diversas propuestas las cuales promuevan las prioridades para los niños con algún tipo de discapacidad o situación geográfica, garantizar que

los niños y adolescentes gocen de una educación de calidad y con diversos materiales innovadores en el aula y respetar las diferentes pensamientos éticos, morales y religiosas.

Resumen del capítulo I

El Capítulo 1 establece las bases para el estudio, introduce y sitúa la importancia de las matemáticas en la educación esencial de los alumnos, enfatizando su parte en fomentar el razonamiento crítico y la abastecimiento de desafíos. A pesar de esto, reconoce la dificultad de comprender este tema, especialmente con temas como ecuaciones cuadráticas, destacando las luchas habituales con la comprensión de los conceptos, la resolución de problemas y la aplicación de conocimiento, que obstaculizan los logros y entusiasmos de los estudiantes.

La falta de retroalimentación oportuna y el bajo uso de herramientas digitales con IA como factores que limitan el aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades críticas están subrayados. En esta situación, es importante investigar cómo se pueden utilizar las herramientas AI, mostrando cómo podrían cambiar la educación al proporcionar aprendizaje personalizado, respuestas rápidas y materiales adecuados para los requisitos de cada estudiante. Se observan herramientas GPT personalizadas, enfatizando sus roles y el efecto en el cambio de educación hacia sistemas personalizados y efectivos.

El capítulo termina con la creación de la pregunta de investigación, con el objetivo de averiguar si el uso de herramientas de IA mejora el proceso de educación matemática. El objetivo del estudio se describe, se centra en el examen del efecto de la IA en esta tarea, y el objetivo amplio, lo que sugiere emplear instrumentos de IA para mejorar la instrucción y la comprensión de las ecuaciones cuadráticas en este entorno particular.

Por último, se muestran las consultas de investigación que dirigirán el estudio, se muestran las divisiones de investigación (proceso de educación - proceso de aprendizaje, herramientas de IA para matemáticas, ecuaciones cuadráticas), los objetivos particulares que especifican las acciones para alcanzar el objetivo general.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DE DIAGNOSTICO

2.1. Conceptualización y operacionalización de categorías o variables

Tabla 1 Operacionalización de las categorías

Categorías	Definición	Dimensiones	Indicadores para el estudio diagnostico	Instrumentos para la recogida de información
Herramientas de Inteligencia Artificial para la matemática	Aplicaciones tecnológicas con IA como ChatGPT o GeoGebra que permiten personalizar el aprendizaje, proporcionar retroalimentación inmediata y adaptar contenidos matemáticos.	• Accesibilidad y usabilidad. • Retroalimentación automatizada. • Impacto motivacional.	• Uso efectivo del ChatGPT. • Progreso en la comprensión de los conceptos. • Autonomía en la resolución de problemas.	• Encuestas a estudiantes y docentes. • Pretest y post-test de desempeño. • Reporte del tutor virtual (GPT personalizado). • Guía de actividades.
Proceso enseñanza aprendizaje de la matemática	Interacción dinámica entre docente y estudiantes que facilita la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes mediante actividades planificadas,	• Planificación didáctica. • Interacción docente-estudiante. • Evaluación formativa.	• Frecuencia de participación en actividades. • Calidad de retroalimentación. • Cumplimiento de objetivos del aprendizaje.	• Encuestas a estudiantes y docentes. • Análisis de documentos (rendimiento académico).



	motivación y evaluación del aprendizaje.			
Ecuaciones cuadráticas	Expresiones algebraicas de segundo grado con forma $ax^2 + bx + c = 0$ que representan una parábola y tienen múltiples aplicaciones en física, economía e ingeniería	• Comprensión conceptual. • Métodos de resolución. • Aplicación contextual.	• Identificación de coeficientes. • Uso adecuado de métodos de factorización, formula general. • Resolución de problemas contextualizados.	• Pre test y post test de resolución de problemas. • Rubricas de evaluación. • Entrevista a docentes.

2.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación se orientará en un enfoque mixto. Como resultado, en su dimensión cualitativa, estará relacionada en indagar y relacionar cómo funcionan la parte científica y pedagógica para comprender como funcionan las herramientas didácticas y el aprendizaje de los estudiantes. Esto permitirá apreciar las particularidades de cómo son percibidas e implementadas estas herramientas en la educación. Al mismo tiempo mantendrá la objetividad con el análisis e interpretación de todos los datos que serán recopilados.

De otro modo, el enfoque cuantitativo de la investigación se enfocará en medir detalladamente y controlada cuales son los efectos de las herramientas de inteligencia artificial los cuales ayudara a optimizar el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas del área de matemáticas de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica. Para ellos se utilizará herramientas de investigación como la de campo, con esto se intentará compilar todos los datos estadísticos para identificar patrones, semejanzas y rango de eficiencia en la utilización de las herramientas de IA, asegurando que las conclusiones a alcanzar sean verificables y proporcionen una comprensión profunda de la problemática en estudio, se buscará ofrecer soluciones fundamentadas en evidencias concretas y cuantificables.

2.2. Alcance de la investigación

En esta investigación se relatan los lineamientos que se utilizaran para tratar la problemática que es el uso de las herramientas de inteligencia artificial, en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB) en el área de matemáticas. Demostrando de manera estructurada la forma de cómo se recopilará los datos con una variedad de métodos, enfoques, diseños y unidades de estudio. Siendo este proceso uno de los puntos más fundamentales para el desarrollo de conclusiones apoyadas con los datos que serán recolectados.

- **Investigación descriptiva:** En este enfoque, la investigación estará orientada a determinar actualmente como es el uso de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas, teniendo énfasis en como interactúan los docentes y estudiantes. Esto a través de métodos cualitativos y cuantitativos, como son la observación directa de la impartición de las clases y la revisión de documentos curriculares como planes de clases,

evaluaciones diagnósticas, evaluaciones sumativas, al mismo tiempo se recopilarán datos sobre cómo se utilizan estas herramientas de inteligencia artificial, qué tan accesibles son, cuándo y dónde se implementan en el proceso educativo. Estos resultados proporcionarán una descripción precisa del contexto educativo actual, permitiendo así establecer bases que impulsen futuras investigaciones y mejorar la aplicación y el uso de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas.

- **Investigación Exploratoria:** Este enfoque permitirá realizar encuestas a los estudiantes del décimo año de Educación General Básica y docentes del área de matemáticas de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25, utilizando un instrumento estructurado como es la encuesta para conocer sus opiniones sobre la aplicación de herramientas con inteligencia artificial en el aprendizaje y enseñanza de matemáticas, esto permitirá generar ideas y comprender así el impacto de estas herramientas en el ámbito educativo.

2.3. Declaración y justificación del tipo de investigación

- **Investigación Bibliográfica:** Esta investigación se fundamentará a través de la información obtenida de las fuentes primaria y secundaria por medio de una revisión bibliográfica. La fundamentación teórica nos permitirá determinar de manera científica los criterios que han establecido los diferentes autores en relación sobre el uso de las herramientas didácticas y el impacto que tiene en el aprendizaje de matemáticas.

Por lo tanto, para aplicar de manera correcta la metodología bibliográfica se realizará una revisión profunda de las diferentes fuentes secundarias como: libros, artículos académicos y documentos destacados. Asimismo, toda esta información recopilada sobre el uso y aplicación de herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza y aprendizaje de la matemática, nos ayudará para analizar las teorías y resultados previos para de esta manera construir una base sólida de conocimientos.

- **Investigación de Campo:** Esta investigación se centrará en la observación directa de la situación actual del uso de herramientas de inteligencia artificial con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas en el área de matemáticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB) en la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25.

Este estudio implicará una introducción directa en el entorno educativo de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica. Por lo que se utilizarán instrumentos de investigación, incluyendo la encuesta a los estudiantes con un cuestionario estructurado y la entrevista a los docentes con un cuestionario semi estructurado. De esta manera, se recolectará información valiosa sobre el uso y aplicación de herramientas de inteligencia artificial en el aprendizaje de matemáticas, logrando así tener datos de primera mano.

2.4. Métodos del diseño de la Investigación

- **Investigación Transversal:** El diseño transversal será de suma importancia ya que se utilizará para evaluar el impacto de las herramientas de inteligencia artificial en un momento específico del proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas. Este estudio se llevará a cabo considerando las categorías de investigación en un periodo definido, sobre una muestra que está previamente definida. La muestra seleccionada consistirá en el total del grupo de estudiantes del décimo año de Educación General Básica y se recopilarán datos sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial y su impacto en el aprendizaje durante el periodo de prueba determinado.

Es así como el enfoque del estudio se centrará en un fenómeno inductivo-deductivo, ya que se desarrollará a partir de la observación directa de campo. Y lograr una comprensión clara y objetiva del proyecto, para ello se emplearán las encuestas como técnica de investigación.

- **Investigación No Experimental:** El enfoque no experimental nos facilitará comprender el uso de herramientas de inteligencia artificial en el área de matemáticas. Este enfoque no experimental se centrará a observar de manera natural el fenómeno, para recopilar datos del entorno educativo de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica, sin realizar cambios intencionados. De este modo se permitirá captar la dinámica natural del uso de herramientas didácticas en el proceso de aprendizaje de la matemática.

2.5. Instrumentos derivados de la metodología seleccionada

- **Encuestas:** Se aplicarán encuestas a través de un cuestionario estructurado a los estudiantes y docentes, recolectando respuestas sobre percepciones, opiniones y experiencias relacionadas a las herramientas de IA, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB).

La técnica de encuestas se llevará a cabo mediante la elaboración de un cuestionario estructurado (como se puede observar en los anexos N. 4 y N. 5). Por consiguiente, esta metodología proporcionará datos cuantitativos y cualitativos para el análisis.

- **Guía de actividades:** En la propuesta se diseñará una guía de actividades que incorpore un GPT personalizado para la enseñanza-aprendizaje de ecuaciones cuadráticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25.
- **Pre test:** Se utilizará un pretest para determinar el nivel de conocimiento en la conceptualización y resolución de ecuaciones cuadráticas en el proceso de enseñanza aprendizaje lo que se evidenciará en el rendimiento académico en el área de matemáticas de los estudiantes de décimo año, concerniente al tema de las ecuaciones cuadráticas. además, este Prompt emitirá un informe de antes y después de la modelación de la propuesta.
- **Post test:** El post-test se tomará para evaluar el impacto de la propuesta que consistió en la implementación de una guía de actividades para la enseñanza de ecuaciones cuadráticas con el apoyo de un tutor personalizado basado en GPT denominado Robert.

2.6. Delimitación de la población y la muestra

La población está compuesta por 25 estudiantes y 4 profesores de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N° 25 de la asignatura de matemáticas. Es decir que al ser una población mínima se considerará a todos los 25 estudiantes y los 4 docentes para el estudio. Así también no se presenta estudio muestral debido a que la población objeto de estudio no sobrepasa los 100 casos.

2.6.1. Criterios de inclusión:

- Estudiantes matriculados en el décimo año de educación general básica en el periodo 2024-2025.
- Docentes que imparten la asignatura de matemáticas en el nivel de educación de educación general básica.

2.6.2. Criterios de exclusión:

- Estudiantes o docentes que no hayan estado activos durante el periodo de recolección de datos.
- Participantes con ausencias durante las actividades relacionadas con el estudio.

2.7. Estrategias metodológicas del procesamiento de la investigación

El análisis del procesamiento de la información se centrará en evaluar cómo estas herramientas de IA, mejorarán el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB). Este proceso inicia con la recolección de información directamente del entorno educativo, con la aplicación de técnicas como son las encuestas y cuestionarios estructurados a los docentes y estudiantes. Los instrumentos posibilitarán la obtención clara y precisa de qué manera se implementarán las herramientas didácticas y cómo estas serán adoptadas por los estudiantes y los docentes.

Una vez que se haya recopilado la información, esta iniciará un proceso de revisión y depuración para garantizar su calidad y precisión, y así descartar cualquier posible sesgo que pudiera afectar en los resultados. Posteriormente, los datos obtenidos serán tratados y analizados empleando programas estadísticos, lo cual dará lugar a la utilización de gráficos que facilitará la visualización de los resultados. Estos gráficos no solo permitirán el análisis detallado de los resultados, sino que también contribuirán a representar los resultados de una manera más ordenada y coherente, siguiendo la línea de los objetivos de esta investigación.

El análisis de estos datos se centrará en interpretar los datos obtenidos en la investigación de campo, permitiendo la identificación de patrones, tendencias y áreas de mejora potenciales en el uso de las herramientas didácticas en la enseñanza de las matemáticas. Adoptando este enfoque garantiremos que las conclusiones extraídas están sólidamente fundamentadas y contribuirán de manera significativa en el desarrollo de las estrategias pedagógicas dentro del aula.

2.8. Descripción de la metodología

Esta investigación combinará métodos cualitativos y cuantitativos, denominándose un enfoque mixto, nos servirá para analizar el impacto que causa el uso de las herramientas de inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB), donde se llevara a cabo una investigación descriptiva y exploratoria para observar la situación actual sobre las herramientas en el aula y comprender cómo

influye en el proceso educativo. Así mismo, se realizará encuestas dirigidas a docentes y estudiantes, aplicando un diseño transversal que permitirá evaluar el impacto en un periodo específico.

- **Etapas del estudio teórico:** Se fundamentará teóricamente el uso y aplicación de las herramientas con inteligencia artificial para el proceso de enseñanza - aprendizaje en el área de las matemáticas, haciendo énfasis en la resolución de ecuaciones cuadráticas. Así mismo, se realizarán revisiones de teorías del aprendizaje y pedagógicas que integran la tecnología, así como investigaciones sobre el uso y aplicación de la inteligencia artificial en matemáticas y estudios sobre las dificultades comunes que enfrentan los estudiantes en el momento de aprender sobre ecuaciones cuadráticas. Se pondrá especial énfasis en el autoaprendizaje y el uso adecuado de las herramientas por parte de los docentes.
- **Etapas de diagnóstico inicial:** Se realizará una evaluación para conocer el nivel inicial de comprensión y habilidades de los estudiantes que poseen para la resolución de ecuaciones cuadráticas. Se aplicará una encuesta para lo cual se diseñará y se aplicará una prueba de 10 ítems
- **Etapas de modelación de la propuesta:** En la fase de la propuesta se creará una serie de actividades las cuales están estructuradas de forma secuencial y progresiva para así incluir todos los conceptos principales sobre las ecuaciones cuadráticas. Esta guía se organizará en torno a las fases del ciclo ERCA (Experiencia, Reflexión, Conceptualización, Aplicación) para promover un aprendizaje activo y significativo.

La propuesta no solo implicaba el uso general de ChatGPT, sino la personalización de una instancia específica de GPT, denominada "Robert", a través de la herramienta "Mis GPTs" de ChatGPT Plus. "Robert" será configurada para actuar como un tutor virtual especializado en la enseñanza de ecuaciones cuadráticas para estudiantes de décimo año.

- **Etapas de diagnóstico final o validación de la propuesta:** Esta etapa tendrá como objetivo principal dar validación a la efectividad de la personalización del GPT "Robert" como tutor para las clases de ecuaciones cuadráticas en conjunto con la guía de actividades que se entregará a los estudiantes para su uso correcto. Esta etapa comprenderá lo siguiente:
- **Aplicación del Post-Test:** Se administrará un post-test a los mismos estudiantes de décimo año de EGB de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25 que participaron en el pre-test. Este

post-test está diseñado para medir su nivel de comprensión y sus habilidades en la resolución de ecuaciones cuadráticas después de haber utilizado la guía de actividades y el tutor "Robert". Los resultados obtenidos del pre-test y post-test serán analizados y previamente comparados para conocer si la implementación de un GPT personalizado mejora de manera significativa el rendimiento de los estudiantes y la captación de los conceptos fundamentales, este análisis identificará si la propuesta es viable en la pedagogía.

- **Validación por juicio de expertos:** Conjuntamente con las evaluaciones cuantitativas que se realizará a través de los test, esta propuesta estará sometida para su revisión por cuatro expertos profesionales que cuentan con una experiencia avanzada en el área de las matemáticas en el nivel de educación general básica y también en el área de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), todos con una experiencia laboral en el ámbito educativo.

Estos expertos estarán encargados de llevar a cabo una evaluación donde los ítems a calificar serán: relevancia, claridad, viabilidad, efectividad y el potencial que tiene la propuesta para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en el tema de las ecuaciones cuadráticas. Para ello, se empleará una rúbrica de evaluación especial con esto nos permitirá recopilar tanto datos cualitativos como cuantitativos sobre la propuesta, permitiendo así realizar una valoración completa sobre la calidad y la adecuación de la propuesta planteada.

Para sintetizar esta etapa del diagnóstico de la propuesta tendrá como objetivo establecer el impacto real de la guía de actividades y el tutor "Robert" en el aprendizaje de los estudiantes, este proceso se dará mediante el análisis del rendimiento académico de los estudiantes, así como a través de la evaluación cualitativa por los profesionales que son altamente expertos en el área de educación y tecnología. Los resultados obtenidos en esta etapa serán muy importantes para dar validez y efectividad a la propuesta de innovación que será implementada.

2.9. Análisis de los resultados de las encuestas

2.9.1. Interpretación y discusión de los resultados de la etapa del diagnóstico inicial

Tabla 2 Resultados del Diagnóstico inicial – docentes

Preguntas	Opción de Respuesta	#	%
¿Con qué frecuencia utiliza herramientas de inteligencia artificial en sus clases de matemáticas?	Nunca	1	25%
	Rara vez	0	0%
	A veces	2	50%
	Frecuentemente	1	25%
	Siempre	0	0%
¿Qué tipo de herramientas de inteligencia artificial ha utilizado en sus clases?	Plataformas de aprendizaje adaptativo	2	50%
	Chatbots educativos	1	50%
	Geogebra	1	25%
	ChatGpt	0	0%
	Symbolab	0	0%
Consideras que El uso de herramientas de IA ayuda a entender mejor los conceptos matemáticos a tus estudiantes	Muy en desacuerdo	1	25%
	En desacuerdo	1	25%
	Neutral	0	0%
	De acuerdo	2	50%
	Muy de acuerdo	0	0%
¿Qué tan fácil te resulta utilizar herramientas de IA en tu aprendizaje de matemáticas?	Muy difícil	0	0%
	Difícil	1	25%
	Neutral	0	0%
	Fácil	2	50%
	Muy fácil	1	25%
¿Tus estudiantes se sienten más motivados para aprender matemáticas cuando utilizas herramientas de IA?	Muy en desacuerdo	0	0%
	En desacuerdo	1	25%
	Neutral	1	25%
	De acuerdo	0	0%
	Muy de acuerdo	2	50%
	Ejercicios Interactivos	1	25%



¿Qué aspectos de las herramientas de IA te parecen más útiles para aprender matemáticas?	Retroalimentación inmediata	1	25%
	Personalización del aprendizaje	2	50%
	Otros (especificar)	0	0%
¿Han recibido orientación sobre cómo utilizar herramientas de IA en sus clases de matemáticas?	Siempre	3	75%
	Algunas veces	1	25%
	Rara vez	0	0%
	Nunca		
¿Qué desafíos ha enfrentado al implementar herramientas de inteligencia artificial en sus clases?	Falta recursos tecnológicos	2	50%
	Resistencia por parte de los estudiantes	1	25%
	Falta de formación y capacitación	1	25%
	Dificultad en la integración con el currículo	0	0%
	Otros (especificar)	0	0%
¿En qué medida cree que el uso de herramientas de IA puede transformar el futuro de la enseñanza de las matemáticas?	Muy poco	0	0%
	Poco	1	25%
	Neutral	1	25%
	Mucho	2	50%
	Muchísimo	0	0%
¿Te gustaría utilizar herramientas de IA en futuras clases de matemáticas?	Si	3	75%
	No	1	25%
	Tal vez	0	0%

Nota: Elaboración propia a partir de los datos estadísticos

Tabla 3 Diagnóstico inicial- resultados encuestas a estudiantes

Nº	Preguntas	Opción de Respuesta	Encuestados	Porcentaje
1	¿Con qué frecuencia utilizas herramientas de inteligencia artificial (IA) en tus clases de matemáticas?	Nunca	3	12%
		Rara vez	5	20%
		A veces	8	32%
		Frecuentemente	7	28%
		Siempre	2	8%
2	¿Qué tipo de herramientas de IA has utilizado en tus clases de matemáticas?	Plataformas de aprendizaje adaptativo	12	48%
		Chatbots educativos	3	12%
		Aplicaciones de tutoría	5	20%
		Otras	2	8%
		Ninguna	3	12%
3	¿Consideras que el uso de herramientas de IA te ayuda a entender mejor los conceptos matemáticos?	Muy en desacuerdo	1	4%
		En desacuerdo	2	8%
		Neutral	5	20%
		De acuerdo	12	48%
		Muy de acuerdo	5	20%
4	¿Qué tan fácil te resulta utilizar herramientas de IA en tu aprendizaje de matemáticas?	Muy difícil	2	8%
		Difícil	3	12%
		Neutral	6	24%
		Fácil	9	36%
		Muy fácil	5	20%
5	¿Te sientes más motivado para aprender matemáticas cuando utilizas herramientas de IA?	Muy en desacuerdo	2	8%
		En desacuerdo	3	12%
		Neutral	5	20%
		De acuerdo	11	44%
		Muy de acuerdo	4	16%

6	¿Qué aspectos de las herramientas de IA te parecen más útiles para aprender matemáticas?	Ejercicios	7	28%
		Interactivos		
		Retroalimentación inmediata	6	24%
		Personalización del aprendizaje	10	40%
		Otros (especificar)	2	8%
7	¿Has recibido orientación sobre cómo utilizar herramientas de IA en tus estudios de matemáticas?	Si	6	24%
		No	19	76%
8	¿Qué desafíos has encontrado al usar herramientas de IA en tus clases de matemáticas?	Difícil técnica	4	16%
		Falta de tiempo para practicar	6	24%
		Problemas de acceso a la tecnología	12	48%
		Otros (especificar)	3	12%
9	¿En qué medida crees que las herramientas de IA pueden ayudarte a mejorar tus calificaciones en matemáticas?	Muy poco	1	4%
		Poco	3	12%
		Neutral	6	24%
		Mucho	12	48%
		Muchísimo	3	12%
10	¿Te gustaría seguir utilizar herramientas de IA en futuras clases de matemáticas?	Si	18	72%
		No	4	16%
		Tal vez	3	12%

Nota: Elaboración propia a partir de los datos estadísticos

El análisis comparativo de las encuestas a docentes y estudiantes revela convergencias y divergencias significativas en sus percepciones y experiencias con la integración de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza y aprendizaje de matemáticas. Tanto docentes como estudiantes reportan un uso "a veces" como la frecuencia predominante de la utilización de IA en las clases de matemáticas (50% y 32% respectivamente).

En cuanto a los tipos de herramientas, las plataformas de aprendizaje adaptativo son las más mencionadas por ambos grupos (50% por docentes y 48% por estudiantes), lo que sugiere que estas plataformas están siendo implementadas de manera más generalizada. Sin embargo, se observa una diferencia en la mención de otras herramientas: mientras los docentes mencionan Chatbots educativos y GeoGebra (25% cada uno), los estudiantes señalan aplicaciones de tutoría (20%).

Hemos notado que los docentes no mencionan las herramientas como chat GPT y Symbolab, lo que tiene un contraste con el enfoque de la investigación ya que está centrado precisamente en estas herramientas las cuales se utiliza para resolver ecuaciones cuadráticas.

Además, ambos grupos de encuestados coinciden que la inteligencia artificial es una herramienta muy innovadora que facilita para la comprensión de los conceptos fundamentales de las matemáticas. Un porcentaje representativo de docentes (75% al sumar sus respuestas "de acuerdo" y "muy de acuerdo") y de los estudiantes (68% igualmente considerando "de acuerdo" y "muy de acuerdo") opinan que la inteligencia artificial les ayuda para una mejor comprensión de los contenidos. Esta apreciación significativa es un indicador favorable para una futura la implementación y exploración de herramientas de Inteligencia Artificial. De esta manera, los estudiantes con un porcentaje del 56% entre "fácil" y "muy fácil" consideran las herramientas de Inteligencia Artificial de fácil acceso, lo cual es importante para un buen dominio de las herramientas tecnológicas.

En cuanto a la pregunta sobre la motivación, los docentes dan a conocer mayor satisfacción con un porcentaje del 75% "de acuerdo" y "muy de acuerdo" en que sus estudiantes se sienten motivados en sus clases, por otra parte, los estudiantes con un porcentaje aprobado con el 60% "de acuerdo" y "muy de acuerdo", manifiestan opiniones neutrales sobre la clase, dándonos a conocer que se siente motivados al aplicar herramientas tecnológicas como la inteligencia artificial en la asignatura de matemáticas. El aprendizaje personalizado es un enfoque que se adapta a las necesidades y habilidades de cada estudiante por medio de adaptaciones curriculares como las herramientas de la Inteligencia Artificial "IA". De este modo se garantiza que el aprendizaje sea flexible y a su ritmo. La retroalimentación inmediata que aporta la inteligencia artificial y los ejercicios interactivos que aplica la IA es estimado por estudiantes y profesores.

No obstante; se encuentra una diferencia muy notable en la orientación que han recibido: el 75% de los docentes indican haber recibido una orientación sobre el uso de la inteligencia

artificial, en cambio el 22% del estudiantado afirma haber recibido previa orientación, lo que podría impactar en que tan efectivo es que los estudiantes utilicen las herramientas de inteligencia artificial. El (50%) de los docentes aduce que la brecha digital se presenta como uno de los mayores desafíos en cuanto a la implementación de las herramientas con inteligencia artificial. En cuanto al resultado de los estudiantes el (48%) considera un inconveniente muy importante la falta de acceso a estas herramientas.

En lo que respecta al futuro, los docentes con un (75%), junto con un alto porcentaje de estudiantes (72%), están deseos de emplear herramientas de inteligencia artificial para recibir sus clases de manera innovadora, esto indica una predisposición positiva para integrar estas tecnologías a pesar de las dificultades existentes. La percepción sobre el impacto de la IA en la mejora de calificaciones es mayoritariamente positiva entre los estudiantes, lo que refuerza su interés en continuar utilizándolas. El impacto que ejerce las herramientas de inteligencia artificial en las calificaciones, es muy favorable ya que refuerza su motivación ya continuar utilizando.

Para terminar, los resultados obtenidos de las dos encuestas señalan un entusiasmo hacia el uso de herramientas de Inteligencia artificial para la enseñanza y el aprendizaje en el área de matemáticas. Aun enfrentando diferentes obstáculos como la brecha digital, capacitación y motivación, los docentes reconocen que las herramientas con inteligencia artificial ayudan a una comprensión y adaptación del aprendizaje, lo cual es posible que mejore su rendimiento académico y la comprensión de conceptos y ejercicios matemáticos.

Sin embargo existe una necesidad de una mejor orientación para que los estudiantes manejen de manera correcta estas herramientas, y superar las brechas tecnológicas estos son aspectos fundamentales para lograr integrar de manera más efectiva la IA en el futuro de la enseñanza de la matemática, específicamente en el tema de la comprensión y resolución de ecuaciones cuadráticas.

2.10. Conclusiones del diagnóstico

El diagnóstico inicial nos permitió poner en evidencia que tanto docentes como estudiantes poseen un ilimitado conocimiento sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial aplicadas en el proceso educativo; sin embargo, en ambos casos docentes y estudiantes, manifiestan de forma mayoritaria una pre disposición a la implementación de las mismas en el contexto educativo. Aunque las herramientas de inteligencia no están integradas en el proceso de enseñanza –



aprendizaje de las matemáticas, si existe un interés en explorar su uso con herramientas complementarias para facilitar el trabajo pedagógico del docente.

Los estudiantes de décimo año de EGB, aunque utilizan herramientas tecnológicas, no las han implementado para el aprendizaje de las matemáticas y mucho menos con el apoyo de la inteligencia artificial. La mayoría desconoce las bondades de herramientas como chat GPT, pero, aun así, estiman que serían de gran ayuda con la guía de docentes capacitados.

Desde el punto de vista de los docentes existe el ánimo para incorporar tecnologías que integren la inteligencia artificial para la personalización y el acompañamiento individualizado en la enseñanza de los estudiantes.

Por tanto, el diagnóstico inicial confirmo la pertinencia de desarrollar una propuesta pedagógica que integre inteligencia artificial en el proceso de enseñanza – aprendizaje, que permita la aplicación de conceptos como la personalización del aprendizaje.

CAPÍTULO III. PRESENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1 Presentación de la propuesta

Tema:

Personalización de chat GPT como una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza - aprendizaje para la comprensión y resolución de ecuaciones cuadráticas en estudiantes de décimo año de Educación General Básica.

3.2. Fundamentación de la propuesta

La propuesta está fundamentada en la teoría del aprendizaje constructivista de Piaget y Vygotsky que resaltan la construcción activa del conocimiento por parte del mismo estudiante, ya que los autores mencionan que el constructivismo es un proceso activo por el cual los estudiantes son capaces de construir su propio conocimiento interactuando con su entorno. (Piaget, 1954).

De esta manera el uso de un GPT personalizado permite que los estudiantes puedan interactuar de manera significativa y directa con la inteligencia artificial personalizada mediante la formulación de preguntas y dónde sean capaces de explorar conceptos a su propio ritmo, esta manera fomenta un aprendizaje más significativo y profundo en lugar de memorización de procedimientos y fórmulas.

Esta propuesta también se encuentra alineado con los principios del aprendizaje personalizado, mismos que según Tomlinson, (2014) reconocen y atienden las necesidades y estilos de aprendizaje de cada estudiante, por lo que enseñar de manera diferenciada implica saber adaptar el contenido de aprendizaje para los estudiantes con la finalidad de satisfacer sus necesidades educativas.

El ChatGPT ofrece la capacidad personalizar el aprendizaje, pues es capaz de adaptar las explicaciones y ejercicios a un nivel de comprensión básico hasta el más complejo de acuerdo a las necesidades de cada uno de los estudiantes. Opesemowo & Adewuyi, (2024) mencionan que integrar la IA dentro del ámbito educativo ayuda a transformar radicalmente la manera en cómo los estudiantes interactúan y comprenden temas complejos. Por lo tanto, la IA puede llegar a proporcionar una comprensión significativa y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Así mismo Holmes et al., (2019) en su investigación destaca que los sistemas de tutoría inteligente proporcionan retroalimentación inmediata y adaptativa, lo que resulta en la mejora del

aprendizaje. Esto incide de forma directa en la eficacia de los procesos de aprendizaje, puesto que la inmediatez de la retroalimentación permite que los estudiantes identifiquen y corrijan errores en tiempo real, evitando de esta manera una internalización de conceptos erróneos.

Esta característica de la IA se contrasta con los métodos tradicionales de enseñanza, ya que en ellos la retroalimentación es limitada o se ve retrasada por diversos factores, lo que termina por disminuir su impacto en el momento del aprendizaje y termina perjudicando al estudiante. Por el contrario, el GPT puede ofrecer una retroalimentación oportuna e inmediata captando el interés y entendimiento de los estudiantes.

Adicionalmente la retroalimentación que proporciona implica ayuda y explicaciones que se ajustan a las necesidades y comprensión de cada estudiante, lo que permite una personalización en el aprendizaje, donde los alumnos reciben el apoyo justo a tiempo y de la manera más adecuada para superar sus dificultades individuales.

Finalmente se fundamenta en la necesidad de usar herramientas prácticas y actuales que motiven al estudiante a aprender las matemáticas de una manera completamente diferente, por ello la prontitud con la que responde el GPT permite mejorar la trayectoria del aprendizaje matemático.

3.3. Descripción detallada

La presente propuesta está centrada en el desarrollo de una versión de ChatGPT personalizado, mismo que busca incorporar a la inteligencia artificial como un mecanismo para ofrecer tutorías interactivas y personalizadas. El objetivo principal es mejorar de manera significativa la experiencia de proceso de enseñanza-aprendizaje especialmente en lo que se refiere a la conceptualización, comprensión y resolución de ecuaciones cuadráticas para estudiantes de decimo EGB de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25. Además, busca que se proporcionen actividades que actúan como recursos dinámicos y adaptativos, lo que permite a los estudiantes que puedan practicar, resolver dudas y llegar a profundizar la asimilación de conceptos. De esta forma se busca establecer un entorno de aprendizaje más personalizado, pero sobre todo práctico, donde los estudiantes investiguen y aprendan a dominar los conceptos de las ecuaciones cuadráticas a su propio ritmo, pero con el apoyo de la inteligencia artificial.

3.4. Objetivos

3.4.1. *Objetivo general:*

Implementar un GPT personalizado junto con una guía de actividades interactiva para mejorar la comprensión, motivación y autonomía en la resolución de ecuaciones cuadráticas en estudiantes de décimo año.

3.4.2. *Objetivos específicos:*

- Desarrollar una guía de actividades de aprendizaje interactiva y personalizada para facilitar la práctica, comprensión de conceptos y resolución de problemas de ecuaciones cuadráticas.
- Crear un GPT personalizado en chat GPT para la enseñanza asistida por inteligencia artificial para la comprensión y resolución de ecuaciones cuadráticas en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Portoviejo N° 25.
- Evaluar el impacto de la guía de actividades y del GPT personalizado en el rendimiento académico, la motivación y la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas.

3.4.3. *Características de la propuesta*

La presente propuesta busca implementar un tutor impulsado por inteligencia artificial mediante la creación de un ChatGPT que sea personalizado para que ayude a los estudiantes en el aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas para enriquecer la experiencia educativa. Estas características se basan en los estudios de Andrade, (2023) abordan aspectos importantes para lograr un aprendizaje efectivo. A continuación, se detallan las características que resaltan la propuesta con base en los estudios del autor mencionado:

- **Personalización:** La IA reconoce la adaptación de la educación mediante el uso del material y las respuestas a los desafíos específicos de los estudiantes. Esta personalización del GPT se crea para permitir que cada alumno se ajuste a su velocidad de aprendizaje única, nivel de habilidad y requisitos, ofreciendo ideas, tareas y escenarios de la vida real. Esto asegura que cada alumno obtenga ayuda para alcanzar la educación anticipada.
- **Participación y aprendizaje práctico:** "Las herramientas IA pueden crear participación activa y educación práctica a través de tareas y simulaciones interactivas" (Quiroz, 2023). El manual incluye involucrar tareas educativas, como consultas y respuestas, resolver desafíos guiados y ejercicios de práctica de la vida real, que promueven la participación

activa y la educación práctica Cuando se comprometen con la IA personalizada, los alumnos se convierten en contribuyentes activos en su propio viaje educativo

- **Respuestas rápidas:** Quiroz (2023) establece que las respuestas rápidas ayudan en la mejora continua de la comprensión escolar y el logro En este escenario, la IA personalizada ayuda a proporcionar respuestas instantáneas, directas e integrales con respecto a los errores y logros de los estudiantes, para identificar áreas para mejorar y rectificar sus errores de inmediato Este rápido consejo ayuda a los alumnos a comprender las ideas y las habilidades domésticas para resolver problemas de manera eficiente
- **Accesibilidad:** Las herramientas de IA permiten el acceso inmediato a los materiales de aprendizaje en cualquier momento y ubicación, por lo tanto, sirven como formatos educativos accesibles. Quiroz, (2023). El modelo de IA personalizado está hecho para permitir que el alumno acceda sin esfuerzo desde cualquier dispositivo, como teléfonos, tabletas y PC, ayudando en el aprendizaje dirigido a llegar a cualquier ubicación. Al eliminar los obstáculos para el aprendizaje y la práctica, el GPT personalizado sirve como un recurso que promueve la independencia de los estudiantes, y esta disponibilidad ininterrumpida puede ser particularmente útil para estudiantes con variados horarios o desafíos de movimiento, ampliando las oportunidades para la interacción con el material de estudio y la internacionalización de los conceptos.
- **Estructura y dinámica de sus componentes:** El plan para las tareas está organizado por temas de aprendizaje paso a paso y avanzado que abordan todas las ideas principales de las ecuaciones cuadráticas, siguiendo el enfoque ERCA, desde el principio hasta el final y los conceptos básicos hasta la resolución de problemas difíciles, por lo que cada tema incluye una combinación de explicaciones con ejemplo claros paso a paso a través del ChatGPT personalizado.

La propuesta se encuentra dividida por los siguientes temas:

Tema 1: Introducción a las Ecuaciones Cuadráticas: Este tema introduce los conceptos básicos de las ecuaciones cuadráticas, incluyendo su definición, forma general y terminología clave. El GPT personalizado proporciona explicaciones claras y ejemplos ilustrativos para ayudar a los estudiantes a comprender los fundamentos.

Tema 2: Resolución de Ecuaciones Cuadráticas por Factorización: Este tema guía a los estudiantes a través del proceso de resolución de ecuaciones cuadráticas mediante

factorización. El GPT personalizado proporciona explicaciones paso a paso, ejemplos prácticos y ejercicios interactivos para que los estudiantes practiquen y desarrollen sus habilidades.

Tema 3: Resolución de Ecuaciones Cuadráticas mediante la Fórmula General: Este tema introduce la fórmula general para resolver ecuaciones cuadráticas. El GPT personalizado explica la fórmula, demuestra su aplicación en diferentes tipos de ecuaciones y ayuda a los estudiantes a resolver problemas prácticos.

Tema 4: Aplicaciones de las Ecuaciones Cuadráticas: Este tema presenta problemas del mundo real que requieren el uso de ecuaciones cuadráticas para su resolución. El GPT personalizado, ayuda a los estudiantes a aplicar sus conocimientos a situaciones prácticas y a comprender la relevancia de las ecuaciones cuadráticas en diversos campos.

Tema 5: Evaluación y Retroalimentación: Este tema incluye evaluaciones formativas y sumativas para medir el progreso de los estudiantes. El GPT personalizado proporciona retroalimentación individualizada sobre el desempeño de los estudiantes, identificando áreas de mejora y fortaleciendo sus habilidades. Así, los estudiantes pueden interactuar con el GPT personalizado a través de una variedad de modalidades, como preguntas y respuestas, resolución de problemas guiados.

3.5. Guía de actividades para la enseñanza de las matemáticas

Se propone la aplicación de una guía de actividades para la enseñanza de ecuaciones cuadráticas con un GPT personalizado de forma práctica y fundamentada para optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de este tema concreto; así se puede aprovechar las capacidades de la inteligencia artificial de una forma sólida y efectiva. Siendo su objetivo final que se logre el proceso de enseñanza aprendizaje adaptándose a las necesidades de los estudiantes.

Para estructurar esta guía de actividades bajo el enfoque ERCA (Experiencia, Reflexión, Conceptualización, Aplicación), se proponen las siguientes fases: **Experiencia:** (Conexión Inicial y Exploración) Activación de Conocimientos Previos Asistida por GPT: La guía iniciará con actividades diseñadas para activar los conocimientos previos de los estudiantes sobre conceptos fundamentales relacionados con ecuaciones, variables y operaciones básicas. **Exploración Interactiva con GPT:** Se presentan situaciones problemáticas contextualizadas que involucren ecuaciones cuadráticas de manera implícita. El GPT podría guiar

una exploración inicial de estos escenarios a través de preguntas abiertas, simulaciones sencillas o visualizaciones interactivas.

El objetivo es que los estudiantes se familiaricen de manera intuitiva con las ecuaciones cuadráticas antes de la formalización de los conceptos (Vidal & Castillo, 2023). Por ejemplo, podrían manipular virtualmente las dimensiones de un rectángulo con área fija, observando cómo varía un lado en función del otro, introduciendo la idea de una relación no lineal.

- **Reflexión** (Análisis y Procesamiento de la Experiencia): Análisis Guiado por GPT: Tras la fase de experiencia, la guía incorporará preguntas reflexivas, tanto en formato textual como generadas por el GPT, para que los estudiantes analicen las situaciones exploradas. El GPT podría fomentar la reflexión individual.
- **Conceptualización (Formalización y Construcción del Conocimiento):**
Presentación Formal de Conceptos Asistida por GPT: En esta fase, se introducirán formalmente la definición de ecuación cuadrática, sus elementos (coeficientes, término independiente), la fórmula general, los métodos de resolución (factorización, fórmula general) y el concepto de la discriminante. El GPT personalizado actuará como un tutor adaptable, proporcionando explicaciones en diferentes niveles de complejidad según las necesidades del estudiante, ofreciendo ejemplos personalizados y respondiendo a preguntas específicas en tiempo real. El GPT podría adaptar su explicación de la fórmula general basándose en si el estudiante muestra dificultad con operaciones algebraicas previas.
Construcción activa del conocimiento con el GPT: La guía incluirá actividades para que los estudiantes construyan su comprensión de los conceptos. El GPT podría proponer tareas de completar definiciones, relacionar conceptos con ejemplos, identificar los coeficientes en diversas ecuaciones o predecir el tipo de soluciones basándose en el discriminante con retroalimentación inmediata. Quiroz, (2023). Se fomentará la formulación de preguntas al GPT para aclarar dudas y profundizar en los temas.
- **Aplicación (Transferencia y Práctica):** Resolución de Problemas Guiada y Autónoma con GPT: La guía presentará una variedad de problemas de ecuaciones cuadráticas, graduados en dificultad. Progresivamente, se fomentará la resolución autónoma por parte del estudiante, con el GPT personalizado actuando como un soporte para resolver dudas

específicas y verificar resultados. El GPT podría ofrecer diferentes estrategias de resolución para un mismo problema, permitiendo al estudiante elegir su método preferido.

- Al implementar esta guía de actividades con el ciclo ERCA y la integración del GPT personalizado en cada fase, se busca crear “un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, adaptativo y profundamente significativo para los estudiantes, aprovechando al máximo el potencial de la inteligencia artificial para individualizar la educación y fomentar una comprensión sólida y aplicable de las ecuaciones cuadráticas” (Vidal & Castillo, 2023)

Guía de actividades

Resolución de Ecuaciones Cuadráticas usando la Fórmula General y factorización

Nivel: Décimo año de educación general básica (o equivalente)

Objetivo General: Lograr que los estudiantes comprendan y apliquen la fórmula general y la factorización para resolver ecuaciones cuadráticas.

Herramienta Principal: GPT personalizado

Estimado(a) estudiante, esta es una guía de actividades que al ser implementada de forma ordenada permitirá la mejora en el aprendizaje y resolución de ecuaciones cuadráticas, por lo que iniciarás la guía con un saludo a GPT personalizado Robert

I: Saluda a Robert y coloca tu nombre _____

Fase 1: Exploración

1. ¿Qué es una ecuación cuadrática? ¿Puedes darme un ejemplo?"
2. Solo menciona los 2 métodos más empleados que permiten resolver ecuaciones cuadráticas

Fase 2: Conceptualización

Preguntas sobre factorización

3. ¿Qué es la factorización y cómo se usa para resolver ecuaciones cuadráticas?
4. ¿Cuáles son los casos de factorización que permiten resolver ecuaciones cuadráticas?
5. Puedes darme un ejemplo de cada caso de factoreo que mencionaste en el chat anterior
6. ¿Cómo resuelvo la ecuación cuadrática $x^2 - 5x + 6 = 0$ por factorización?
7. ¿Qué es necesario conocer para resolver una ecuación cuadrática por la fórmula general?
8. ¿Cómo resuelvo la ecuación $x^2 - 4x - 6 = 0$ con la fórmula general?

Fase 3: Comparación de los métodos

1. ¿Cuándo es más conveniente usar factorización y cuándo la fórmula general?

Fase 4: Aplicación (Resolver problemas)

Desafío interactivo:

Resolver las ecuaciones cuadráticas propuestas.

1. $x^2 - 7x + 10 = 0$ Resuelve por el Método de factorización
2. $x^2 + 4x + 4 = 0$ resuelve por el Método de la formula general
3. $2x^2 + 3x - 2 = 0$ Elige el método de resolución por factorización formula general

3.6. Implementación

Para la implementación de la propuesta se trabajó en la personalización de ChatGPT para crear una instancia personalizada de GPT desarrollada mediante la herramienta Mis GPTs de ChatGPT Plus, orientada a la enseñanza y resolución de ecuaciones cuadráticas para estudiantes de décimo año de EGB; además a esta instancia de GPT, de aquí en adelante se le denomina Robert para lograr una familiarización con los estudiantes.

Esta implementación se realiza a través de un proceso de configuración en la plataforma, Por lo que se debe tener una suscripción a ChatGPT Plus para navegar a la sección "Mis GPTs". Mediante el ícono "Explore GPTs" se elige la opción "Create" para iniciar la creación del modelo personalizado se lo realiza mediante un asistente de configuración que permite precisar el nombre del GPT ("Tutor de Ecuaciones Cuadráticas"), e incluso puede añadir una imagen distintiva y ubicar una descripción precisa para los usuarios sobre el propósito del tutor virtual, de cómo Robert les guiará paso a paso para que aprendan a resolver ecuaciones cuadráticas.

Las figuras 1, 2 y 3 muestran la configuración central del GPT mismas que indican la configuración para establecer las instrucciones del sistema (Prompt), donde se introduce un texto detallado que establece el rol y el comportamiento de Robert como un tutor virtual especializado exclusivamente en la enseñanza de ecuaciones cuadráticas, adaptándose al nivel del estudiante y manteniendo el enfoque en este tema específico.

Figura 1 Creación del GPT personalizado.



Nota: Configuración Central de GPT

Figura 2 Lista de GPTs personalizado creado



Nota: Configuración Central de GPT

Figura 3 Instrucciones para el comportamiento del GPT personalizado (Prompt)



Nota: Configuración Central de GPT, definición de rol, objetivo y comportamiento mediante la estructuración adecuada de un prompt.

Figura 4 Base de conocimientos para el GPT personalizado.



Nota: La figura 4 muestra que en la sección Knowledge se carga de archivos de texto, Word o PDF, que contienen la teoría, ejercicios y explicaciones sobre ecuaciones de segundo grado por factorización y fórmula general, organizados por nivel de dificultad (básico, intermedio y avanzado).

Estos documentos servirán como base de conocimiento para que Robert pueda proporcionar ejemplos relevantes en cada interacción. De esta manera, se configuran aspectos como herramientas adicionales (las cuales no se activan para mantener el enfoque educativo) y la visibilidad del GPT.

Una vez completada la configuración, se guarda el GPT personalizado, el cual estará disponible para su uso o para ser compartido, ofreciendo un tutor virtual funcional capaz de guiar a los estudiantes en la comprensión y resolución de ecuaciones de segundo grado mediante los métodos de factorización y fórmula general, con la capacidad de adaptarse a su nivel de aprendizaje.

Además, a continuación, se detallan las opciones de configuración de herramientas complementarias y la gestión de la visibilidad del GPT, elementos fundamentales para adaptar la herramienta a necesidades pedagógicas específicas y controlar su despliegue. Asimismo, se profundiza en la ingeniería del Prompt, destacando los principios aplicados en la creación de un tutor virtual denominado "Robert", diseñado para la enseñanza de ecuaciones cuadráticas.

Finalmente, se esbozan los resultados esperados de la implementación de este tutor virtual, resaltando su potencial para la práctica educativa adaptativa.

3.6.1. Configuración de Herramientas y Visibilidad del GPT Personalizado

Durante la configuración de un GPT personalizado para la educación, la tendencia actual favorece la focalización en la interacción pedagógica central, minimizando la activación de herramientas externas que puedan distraer al estudiante Luckin et al., (2023).

Esta estrategia busca optimizar la experiencia de aprendizaje dentro del entorno controlado del tutor virtual. Al restringir la proliferación de elementos periféricos, se busca cultivar un entorno de aprendizaje más inmersivo y controlado, donde la interacción entre el estudiante y el GPT se optimice para la transmisión y la internalización del conocimiento.

Esta aproximación se fundamenta en la premisa de que una experiencia de aprendizaje cohesionada y libre de interrupciones externas contribuye de manera más efectiva al logro de los objetivos pedagógicos, permitiendo una mayor concentración en la materia de estudio y una interacción más profunda con el tutor virtual. La focalización en la interacción pedagógica central busca, en última instancia, maximizar la eficacia del GPT como herramienta de enseñanza asistida, promoviendo un aprendizaje más eficiente y significativo dentro de su entorno virtual.

- **Opciones de Visibilidad del GPT**

La gestión de la visibilidad es crucial en el desarrollo y despliegue de herramientas educativas basadas en IA. Para las fases iniciales de prueba y validación, la opción "Only with link" es preferible, permitiendo una evaluación controlada antes de una posible apertura pública Zawacki-Richter et al., (2019).

La gestión de la visibilidad se presenta como un aspecto crucial durante el desarrollo y el despliegue de herramientas educativas fundamentadas en la inteligencia artificial. Para las etapas iniciales de prueba y validación, se considera preferible la opción Only with link

- **Finalización y Despliegue del GPT**

Una vez configurado, el GPT se guarda y se puede acceder a través de la interfaz de usuario, listo para ser utilizado o compartido según la configuración de visibilidad establecida.

3.6.2. Ingeniería del Prompt para el Tutor Virtual "Robert"

La efectividad de un tutor virtual como "Robert" depende en gran medida de una ingeniería de Prompt sofisticada que guíe el comportamiento del modelo Bang et al., (2023). Las estrategias implementadas incluyen:

- **Definición Clara de Rol:** Asignar un rol específico ayuda a delimitar el comportamiento y el enfoque del modelo en la enseñanza Bayne, (2015). En la propuesta se denomina ("tutor personalizado Robert para la enseñanza de ecuaciones cuadráticas que permite interactuar y familiarizarse con los estudiantes
- **Objetivo Explícito:** La enseñanza de ecuaciones cuadráticas con adaptación al nivel del estudiante se alinea con los principios del aprendizaje personalizado Hwang et al., (2020).
- **Control de Interacción:** Una estructura de diálogo predefinida asegura una interacción pedagógica coherente y efectiva Chi et al., (2017).
- **Gestión de Desbordes Temáticos:** Implementar mecanismos para mantener la conversación centrada en el objetivo de aprendizaje es esencial Viberg et al., (2018).
- **Modularidad del Prompt:** Un diseño modular facilita la optimización y adaptación del Prompt a diferentes necesidades Shneiderman, (2020).

3.6.3. Resultados Esperados del Tutor Robert

La aplicación de estos principios de ingeniería de Prompts en "Robert" busca los siguientes resultados:

- **Tutor Virtual Funcional:** Una herramienta de tutoría interactiva y operativa para la enseñanza de ecuaciones cuadráticas.
- **Capacidad de Adaptación:** Ajuste de la enseñanza en función de la comprensión individual del estudiante Hwang et al., (2020).
- **Generación Automática de Reportes de Sesión:** Posibilidad de generar información sobre el progreso del estudiante para su seguimiento Baker & Inventado, (2016).

3.7. Evaluación:

A través de la aplicación de un pre y un post test a los estudiantes de décimo año de EGB de la Unidad Educativa Portoviejo N° 25, se realizó una comparación de los resultados (Véase el Anexo 6 Resultados y Análisis del Pre Test y Anexo 7 Resultados y Análisis del Post Test). El objetivo de esta comparación fue conocer cómo el uso de una guía de actividades en conjunto con el tutor Robert de GPT para la enseñanza de ecuaciones cuadráticas, permitió establecer el impacto de esta herramienta de IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este impacto se reflejó en el rendimiento académico de los estudiantes de décimo año en el tema de la resolución y comprensión de ecuaciones cuadráticas, dentro del área de matemáticas.

Finalmente, la propuesta fue validada mediante el juicio de cuatro expertos en las áreas de matemáticas y pedagogía.

Recursos:

- Dispositivos electrónicos con acceso a internet.
- Acceso a la plataforma ChatGPT.
- Material didáctico complementario.

Beneficiarios:

Los beneficiarios directos son los estudiantes de décimo año y docentes de la Unidad Educativa Portoviejo N.º 25, de la provincia de Manabí.

3.8. Validación de la propuesta por expertos

La validación de la propuesta se lleva a cabo mediante la evaluación de un panel de expertos en educación y el área de matemática, tecnología educativa y diseño pedagógico. Este panel estará compuesto por profesionales con experiencia en la enseñanza de matemáticas en el nivel de educación general básica, así como en la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el aula.

Además, el proceso de validación se centrará en evaluar la relevancia, claridad, viabilidad, efectividad y potencial de la propuesta para mejorar el aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas en estudiantes de décimo año. Para lo cual se utilizará una rúbrica de evaluación para recopilar datos cualitativos y cuantitativos sobre la propuesta. (véase el anexo 3 Instrumento para validar la propuesta por criterio de expertos)

Resultados de la validación

3.8.1. Resultados y análisis del pretest

El análisis exhaustivo de las ocho preguntas que conformaron el pretest sobre ecuaciones cuadráticas arroja luz sobre un entendimiento heterogéneo del tema entre los estudiantes evaluados. Si bien una proporción considerable exhibe un dominio aceptable en la identificación de la fórmula general (Pregunta 2) y el reconocimiento de los métodos de resolución disponibles (Pregunta 4), estos indicadores de conocimiento teórico no se traducen consistentemente en la habilidad para aplicar dichos conceptos en la resolución práctica de ecuaciones.

Particularmente, se manifiestan **obstáculos sustanciales** al enfrentarse a ecuaciones donde el coeficiente principal difiere de la unidad (Preguntas 7 y 8), lo que sugiere una posible limitación en el manejo de técnicas de resolución más avanzadas o en la comprensión de cómo este coeficiente influye en el proceso. La comprensión de la discriminante (Pregunta 3) se revela como incompleta, evidenciándose confusiones conceptuales en una parte importante de la muestra, lo que podría impactar su capacidad para analizar la naturaleza de las soluciones sin recurrir a la resolución completa.

En cuanto a la factorización, la habilidad para factorizar ecuaciones cuadráticas sencillas (Pregunta 6) presenta un nivel de éxito relativamente alto, lo que indica una comprensión básica de este método. No obstante, el reconocimiento de los diversos casos de factorización (Pregunta 5) constituye un desafío para casi la mitad de los participantes, señalando una posible debilidad en

la comprensión de las estructuras algebraicas subyacentes y la identificación de patrones específicos.

Finalmente, la definición fundamental de una ecuación cuadrática (Pregunta 1) parece ser comprendida por la mayoría, lo que establece una base conceptual inicial, aunque no garantiza el dominio de las habilidades de aplicación más complejas evaluadas en el resto del pretest. En conjunto, estos hallazgos delimitan la necesidad de una intervención pedagógica que trascienda la mera memorización de fórmulas y se enfoque en el desarrollo de una comprensión conceptual profunda y la aplicación práctica en una variedad de escenarios, especialmente aquellos que presentan una mayor complejidad algebraica.

3.8.2. *Discusión de los Resultados del pretest*

Los resultados del pretest sugieren que, si bien los estudiantes poseen un conocimiento teórico básico sobre las ecuaciones cuadráticas, existen deficiencias importantes en la aplicación práctica de estos conceptos, particularmente en escenarios más complejos que involucran coeficientes principales diferentes de uno y en la comprensión profunda de la discriminante. La dificultad en la identificación precisa de los casos de factorización también indica una necesidad de fortalecer la comprensión conceptual de las estructuras algebraicas.

En el contexto de la investigación, estos hallazgos resaltan áreas específicas donde la guía de actividades asistida por herramientas como GPT personalizado (mencionado en la Pregunta 3), podría enfocarse para mejorar la comprensión y las habilidades de resolución de ecuaciones cuadráticas en los estudiantes.

La disparidad entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica sugiere que la enseñanza podría beneficiarse de un mayor énfasis en la resolución de problemas variados y en la conexión conceptual entre los diferentes aspectos de las ecuaciones cuadráticas (Véase el Anexo 6 Resultados y análisis del Pre Test).

3.8.3. *Resultados y análisis del Posttest*

Los resultados del posttest (Véase el Anexo 7 Resultados y análisis del Post Test) aplicado a los estudiantes del 10mo EGB de la Unidad Educativa Portoviejo N°. 25 de la provincia de Manabí, fueron aplicados tras una sesión de refuerzo centrada en la resolución de ecuaciones cuadráticas utilizando una guía de actividades impulsada por un motor de inteligencia artificial donde se creó un tutor personalizado del GPT como una herramienta de apoyo.

Tabla 4 Resultado del Post Test

Nº	Preguntas	Opción de Respuesta	25	%
1	¿Cuál es la definición de una ecuación cuadrática?	Una ecuación lineal con una variable	0	0%
		Una ecuación con dos variables	0	0%
		Una ecuación de segundo grado, donde la variable está elevada al cuadrado	25	100%
		Una ecuación con tres soluciones	0	0%
2	Selecciona la fórmula general para la resolución de ecuaciones cuadráticas	a) $ax^3 + bx + c = 0$	0	0%
		b) $ax+bx+c=0$	0	0%
		c) $x = (-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}) / (2a)$	25	100%
		$x +bx +1 =0$	0	0%
3	: ¿Qué representa el discriminante en la fórmula general de una ecuación cuadrática?	a) El valor de la variable "x".	0	0%
		b) El coeficiente principal de la ecuación.	0	0%
		c) La parte de la fórmula que determina el número y tipo de soluciones.	25	100%
		d) El término independiente de la ecuación	0	0%
4	¿Cuáles son los métodos de resolución de una ecuación cuadrática?	a) Ecuaciones combinadas.	0	0%
		b) Solo por formula general.	0	0%
		c) Por factorización y fórmula general.	25	100%
		d) Solo por factorización.	0	0%
5	¿Identifica los casos de factorización con el ejemplo planteado? a) Diferencia de Cuadrados 1) $4x^2 + 7x + 3$ b) Trinomio Cuadrado Perfecto 2) $x^2 + 7x + 10$ c) Trinomio de la forma x^2+bx+c 3) $x^2+2xb+ b^2$.	a). - a) 2, b)3, c)1, d)4	1	4%
		b). - a)4, b)3, c)1, d)2	0	0%
		c). - a)2, b)4, c)3, d)1	1	4%
		d). a)4, b)3, c)2, d)1	23	92%

d) Trinomio de la forma ax^2+bx+c				
$x^2 - b^2 = 0$				
6	6: ¿Resuelve la siguiente ecuación cuadrática por factorización: $x^2 + 5x + 6 = 0$?	a) $(x-5)(x-2)$	0	0%
		b) $(x+5)(x+2)$	6	24%
		c) $(x+7)(x+10)$	0	0%
		d) $(x+3)(x+2)$		76%
7	Resuelve la siguiente ecuación cuadrática por fórmula general: $7x^2 - 21x - 28 = 0$	a) $x=3, X=1/2$	0	0%
		b) $x = -2, x = 1$	9	36%
		c) $x = 2, x = -1/3$	4	16%
		d) $x=-1, x=4$	12	48%
8	Resuelve la siguiente ecuación por el método que prefieras (factorización o fórmula general): $3x^2 + 5x - 2 = 0$	a) $X=3, x=1/2$	3	12%
		b) $x=3, x=-1/2$	4	16%
		c) $x = -2, x = 1/3$	17	68%
		d) $x=4, x=3$	1	4%

Nota: Elaborado por los autores

Estos resultados mostraron que los estudiantes comprendieron mejor los conceptos sobre las ecuaciones cuadráticas mediante el tutor personalizado del GPT utilizado en la sesión de refuerzo académico ya que esta integro actividades donde los estudiantes debía trabajar con el tutor Robert GPT. Esto sugiere que cuando se utilizan tecnologías emergentes impulsadas por IA pueden ayudar a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje y asimilación de conceptos que para los estudiantes muchas veces pueden ser complicados, en este caso la resolución de ejercicios de ecuaciones cuadráticas de segundo grado.

3.8.4. *Discusión de los Resultados del postest*

Este resultado positivo respalda la implementación de herramientas de inteligencia artificial como GPT personalizado en el ámbito educativo, siempre y cuando se proporcionen guías y estrategias adecuadas para su uso. La capacidad de GPT para proporcionar explicaciones personalizadas y responder preguntas específicas parece haber sido un factor clave en el éxito de esta sesión de refuerzo.

La totalidad de los participantes demostró un dominio sólido en la identificación de la definición de una ecuación cuadrática, la fórmula general para su resolución, la aplicación de la

discriminante y los métodos de resolución empleados. Este nivel de comprensión teórica sugiere una efectividad significativa de la intervención pedagógica, posiblemente influenciada positivamente por la guía para el uso de ChatGPT como herramienta de apoyo.

La capacidad de la IA para proporcionar explicaciones personalizadas y resolver dudas específicas parece haber consolidado estos conceptos fundamentales en la mente de los estudiantes.

Específicamente, la resolución de ecuaciones con un coeficiente principal distinto de uno, continuó siendo un área de dificultad para una proporción significativa de los estudiantes. Los errores observados en la aplicación de la fórmula general sugieren posibles fallos en la sustitución de valores o en los cálculos algebraicos, mientras que los errores en la factorización indican una necesidad de reforzar la identificación de los factores correctos.

En conjunto, los resultados del postest sugieren que la intervención logró fortalecer significativamente la comprensión conceptual básica de las ecuaciones cuadráticas. No obstante, persiste una brecha entre este conocimiento teórico y la habilidad para aplicarlo consistentemente en la resolución de ecuaciones más desafiantes. Esto indica que, si bien la guía para el uso de GPT personalizado pudo haber sido efectiva para aclarar conceptos y proporcionar información, se requiere un mayor énfasis en la práctica guiada y la resolución de problemas variados, especialmente aquellos que presentan una mayor complejidad algebraica, para consolidar las habilidades de aplicación y asegurar un dominio integral de las ecuaciones cuadráticas. La identificación de errores comunes en la factorización y la aplicación de la fórmula general proporciona puntos específicos para futuras intervenciones pedagógicas y el diseño de materiales de refuerzo.

3.8.5. Análisis Comparativo y Discusión de los Resultados del Pretest y Postest

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los resultados del pretest y el postest, aplicado a estudiantes de décimo año de la Unidad Educativa Portoviejo N° 25.

En términos generales, se observa una mejora significativa en la comprensión y la capacidad de resolución de ecuaciones cuadráticas entre el pretest y el postest. En las preguntas conceptuales (definición, fórmula general, discriminante, métodos de resolución), el postest revela un dominio casi total de los conceptos, con un 100% de respuestas correctas en la mayoría de ellas.

Esto discrepa destacadamente con el pretest, en el cual se identificaron porcentajes de error considerables, fundamentalmente en la comprensión de la discriminante.

En las preguntas de aplicación práctica para identificar casos de factorización y resolución de ecuaciones por fórmula general, también se evidencia una mejora en el postest, aunque con un margen de error aún presente. La resolución de ecuaciones por factorización y fórmula general experimentan un aumento en el porcentaje de respuestas correctas, pero permanece una dificultad notable en ecuaciones con coeficientes principales diferentes de uno.

3.8.6. Análisis Comparativo por Pregunta:

Pregunta 1 (Definición de ecuación cuadrática): el pre test muestra un (78%) de comprensión del concepto. Sin embargo, el postest muestra un 100% de comprensión del concepto.

Pregunta 2 (Fórmula general): El pretest señala una alta tasa de respuestas correctas (68%), pero no un dominio total. El postest alcanza un 100% de respuestas correctas, indicando una consolidación completa del conocimiento de la fórmula.

Pregunta 3 (Discriminante): El pretest revela una comprensión moderada (60% correcto) con confusiones significativas. El postest muestra una mejora drástica, con un 100% de identificación correcta del significado de la discriminante.

Pregunta 4 (Métodos de resolución): El pretest revela una un (60% correcto). Sin embargo, el postest evidencia un 100% de conocimiento de los métodos de resolución.

Pregunta 5 (Casos de factorización): El pretest determina una comprensión parcial (52% correcto). El postest evidencia una mejora sustancial (92% correcto), aunque aún persiste una pequeña proporción de errores.

Pregunta 6 (Factorización de ecuación sencilla): El pretest mostró una buena comprensión (68% correcto). El postest presenta una mejora (76% correcto), aunque todavía existe un porcentaje de error considerable.

Pregunta 7 (Fórmula general - ecuación compleja): El pretest revela una dificultad significativa (24% correcto). Aunque el postest muestra una mejora (48% correcto), la tasa de error sigue siendo alta.

Pregunta 8 (Método preferido - ecuación compleja): El pretest evidencia una dificultad considerable (28% correcto). El postest muestra una mejora notable (68% correcto), aunque aún existe un margen de error.

Es así que la marcada mejora en la comprensión conceptual de las ecuaciones cuadráticas (Preguntas 1, 2, 3 y 4) sugiere que el uso de una guía de actividades para GPT personalizado y la

interacción con un tutor virtual) fue altamente efectiva para consolidar el conocimiento teórico fundamental.

La capacidad de GPT personalizado para ofrecer explicaciones personalizadas y responder preguntas específicas parece haber desempeñado un papel crucial en esta mejora. En cuanto a la aplicación práctica, si bien se observa un progreso en la capacidad de los estudiantes para resolver ecuaciones cuadráticas (Preguntas 6, 7 y 8) y para identificar casos de factorización (Pregunta 5), las dificultades persisten, especialmente en ecuaciones más complejas que requieren un manejo más avanzado de la factorización o una aplicación precisa de la fórmula general. Esto sugiere que, aunque la comprensión conceptual ha mejorado, la transferencia de este conocimiento a la resolución de problemas prácticos aún necesita ser reforzada con más práctica.

La persistencia de errores en la resolución de ecuaciones complejas (Preguntas 7 y 8) indica que la comprensión de la fórmula general o el conocimiento de los métodos de factorización no son suficientes para garantizar la competencia en la resolución de problemas. Se requiere una práctica más íntegra y la identificación y corrección de errores específicos en la aplicación de estos métodos.

En conclusión, los resultados comparativos del pretest y el postest indican una influencia positiva significativa de la intervención implementada en la comprensión conceptual de las ecuaciones cuadráticas. Sin embargo, se requiere un mayor énfasis en la aplicación práctica y la resolución de problemas para lograr un dominio completo de las habilidades relacionadas con este tema en los estudiantes de décimo año de la Unidad Educativa Portoviejo 25.

3.9. Resultados de la validación

Las valoraciones y comentarios emitidos por cada uno de los cuatro expertos que participaron en la validación de la propuesta de la guía de actividades y el tutor personalizado Robert para la enseñanza y resolución de ecuaciones cuadráticas:

Experto 1: Dr./Mgtr. Luis Alfredo Bautista Chimarro

Con su extenso trayecto en la didáctica de las matemáticas en los niveles de secundaria y bachillerato, el Dr./Mgtr. Bautista vio con buenos ojos la relevancia de la propuesta, por lo que enfatizo cómo GPT personalizado podría convertirse en un aliado valioso, capaz de ofrecer explicaciones ajustadas al ritmo personal de cada estudiante.

En sus propias palabras, "Creo que incorporar una guía de actividades y el GPT personalizado Robert en la educación puede darle una sacudida positiva a la enseñanza y brindar un apoyo a la medida para esos estudiantes que a menudo ven este tema como algo muy lejano e incomprensible." Y al referirse a la claridad de la guía de actividades, señalo que es muy comprensible y de fácil uso además señalo que el éxito de llevar esta propuesta a la práctica dependerá mucho de que las escuelas tengan acceso a la tecnología necesaria y de que los profesores reciban una buena capacitación para saber cómo usar la guía de actividades y GPT personalizada de forma natural en sus clases.

Finalmente, resaltó una gran ventaja de GPT personalizado para dar una respuesta inmediata a los estudiantes y para ayudarles a darse cuenta de sus errores y aprender a corregirlos por sí mismos.

Experto 2: Dr. Leisker Gabriel Cusme Vélez

El Dr. Cusme, profesional con una sólida trayectoria y vastos conocimientos en el ámbito educativo, manifestó su profundo asombro ante las significativas capacidades que ofrece un GPT personalizado. Su impresión radica principalmente en la habilidad de esta tecnología para proporcionar a los estudiantes explicaciones detalladas y retroalimentación inmediata sobre su desempeño.

El doctor destacó que esta inmediatez en la respuesta se convierte en un valioso recurso pedagógico, capaz de optimizar el proceso de aprendizaje al aclarar dudas y reforzar la comprensión de manera oportuna. Adicionalmente, el Dr. Cusme resaltó la sinergia positiva que se genera al complementar el uso del GPT personalizado con una guía de actividades bien estructurada.

En su opinión, esta combinación estratégica potencia la eficacia del trabajo educativo, ya que la guía proporciona un marco de referencia claro y secuencial para el aprendizaje. Además, enfatizó la trascendencia de ofrecer a los estudiantes una variedad de materiales y enfoques pedagógicos que se adapten a sus diferentes estilos y ritmos de aprendizaje. Según su perspectiva experta, esta adaptación no solo facilita la comprensión de los contenidos, sino que también juega un papel crucial en el incremento del interés y la motivación intrínseca de los estudiantes hacia las matemáticas.

Finalmente, el Dr. Cusme concluyó que la propuesta de implementar un GPT personalizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas es altamente acertada. Su

juicio se basa en la observación del potencial de esta herramienta para lograr una comprensión profunda de los conceptos matemáticos fundamentales y para desarrollar en los estudiantes la habilidad de resolver ecuaciones cuadráticas de manera efectiva. En suma, su análisis subraya el valor del GPT personalizado como un recurso innovador y prometedor para enriquecer la experiencia educativa en el área de las matemáticas.

Experto 3: MSc. José Luis Sáez Agreda

El Msc. Sáez docente especializado en la enseñanza matemática, resalta la relevancia de la propuesta pues indica que usar estrategias modernas para motivar a los estudiantes en este tipo de materias ayuda a la comprensión de temas complejos como lo son las ecuaciones cuadráticas. El docente comentó: “Las herramientas que usan IA como su tutor Robert ofrece una explicación personalizada para que los estudiantes puedan resolver y entender los conceptos sobre ejercicios que tienen ciertos grados de dificultad”. Por lo tanto, el docente reconoce al asistente del GPT como una herramienta que ayuda a que los estudiantes comprendan conceptos como factorización, fórmula cuadrática y aparte les ayuda a identificar que método es el más sencillo para resolverlo.

El docente basado en su amplia experiencia considera que implementar de manera exitosa las herramientas impulsadas por IA sobre todo el uso del GPT personalizado requiere de una formación docente adecuada para el uso adecuado de estas.

Experto 4: Mgtr. Gabriel Primitivo De Mera Ureta

El Mgtr. De Mera, con su experiencia en sistemas informáticos y docencia en matemáticas, valoró la pertinencia de explorar el uso de la IA como una herramienta de apoyo en la enseñanza de las matemáticas. Señaló la importancia de guiar a los estudiantes en el uso responsable y crítico de GPT.

Desde su perspectiva tecnológica, sugirió incluir recomendaciones técnicas sobre cómo acceder y utilizar GPT personalizado de manera eficiente en el aula, así como posibles alternativas o complementos tecnológicos. Además, consideró que la viabilidad técnica de la propuesta es alta, dado el acceso generalizado a internet y a plataformas de IA. Sin embargo, enfatizó la necesidad de abordar posibles problemas de privacidad y seguridad de datos. El Mgtr. De Mera destacó el potencial de GPT personalizado para ofrecer explicaciones interactivas y personalizadas, lo que podría hacer que el aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas sea más atractivo y accesible para los estudiantes.

3.9.1. Análisis Consolidado de las Valoraciones

Los cuatro expertos validadores, con una sólida trayectoria en la didáctica de las matemáticas y sistemas informáticos, convergieron en destacar la pertinencia y el potencial significativo de la propuesta que integra una guía de actividades y el tutor personalizado Robert, basado en GPT, para la instrucción y resolución de ecuaciones cuadráticas.

El Dr./Mgtr. Bautista enfatizó la capacidad del tutor personalizado Robert para proporcionar explicaciones individualizadas y retroalimentación inmediata, considerándolo una herramienta valiosa para aquellos estudiantes que experimentan dificultades en la comprensión de las ecuaciones cuadráticas.

El Dr. Cusme resaltó el notable potencial de esta tecnología para ofrecer explicaciones detalladas y retroalimentación oportuna, así como la sinergia positiva que se establece al combinar el GPT con una guía estructurada, subrayando la importancia de la adaptación a los diversos estilos de aprendizaje.

El MSc. Sáez acentuó la factibilidad de la propuesta para considerar la desmotivación, así como la falta de comprensión, logrando reconocer la capacidad de GPT personalizado para brindar explicaciones, facilitar comprensión de conceptos y guiar a los estudiantes en la individualización del método de resolución más adecuado.

También, destaco el potencial de GPT personalizado para crear una variedad de ejercicios de práctica. El Mgtr. De Mera estimó la pertinencia de la IA como herramienta de apoyo pedagógico, sugiriendo recomendaciones técnicas para su utilización eficiente y advirtiendo sobre la necesidad de una guía de actividades que promueva un manejo responsable de la información. En general, los expertos manifestaron un optimismo compartido respecto a la capacidad de esta propuesta para enriquecer la enseñanza de las ecuaciones cuadráticas, mejorar la comprensión de los estudiantes y ofrecer un apoyo personalizado,

3.9.2. Valoración General de la Propuesta

La evaluación general del plan que incluye una lista de tareas y el instructor personalizado Robert (de GPT) para enseñar y resolver ecuaciones cuadráticas es muy favorable y esperanzado según los especialistas. Existe un acuerdo general de que este proyecto podría cambiar enormemente cómo se enseñan estas ideas matemáticas, proporcionando una opción más personalizada, atractiva y adecuada para los requisitos de cada estudiante

La habilidad de GPT para dar explicaciones personalizadas, ofrecer respuestas instantáneas y crear tareas diversas se considera un beneficio de enseñanza significativo

Los expertos reconocen que este plan podría disminuir el sentido de desafío y distancia que con frecuencia envuelve el estudio de las ecuaciones cuadráticas, aumentando la curiosidad innata y el impulso, Sin embargo, también destacan elementos esenciales para su ejecución efectiva

Los efectos en el plan para combinar una lista de tareas y el maestro personalizado Robert (de GPT) para enseñar ecuaciones cuadráticas son importantes y variados

Inicialmente, la confirmación de especialistas fortalece la importancia y la posibilidad del plan para abordar los desafíos de aprendizaje que se encuentran en la prueba previa, particularmente en el uso práctico y la comprensión completa de las ideas esenciales Esto implica que ponerlo en práctica podría mejorar en gran medida la comprensión de las ideas de los estudiantes y sus habilidades para resolver problemas en esta área

En segundo lugar, las evaluaciones enfatizan la importancia de evaluar cuidadosamente los factores prácticos y relacionados con la enseñanza para una ejecución efectiva Esto significa crear planes de aprendizaje para educadores que les permitan incorporar con éxito el manual y el instructor personalizado en sus lecciones.

En última instancia, es crucial garantizar un acceso justo a la tecnología requerida para cada alumno El plan sugiere crear tareas de aprendizaje personalizadas adaptadas a varios pasos y formas de aprendizaje, potencialmente impulsando los grados de entusiasmo y matemáticas de los estudiantes.

Conclusiones

- El análisis bibliográfico ha permitido constatar que la aplicación de inteligencia artificial en especial de modelos de lenguaje como GPT, representa una alternativa al aprendizaje personalizado de contenidos matemáticos. Las teorías de aprendizaje significativo constructivista y conectivista certifican la utilización de tutores virtuales con inteligencia artificial como un complemento al docente en el proceso formativo, pues ofrecen retroalimentación inmediata (docentes y estudiantes), autoevaluación, así mejorando el desarrollo de las actividades cognitivas.
- La aplicación de un enfoque mixto de tipo no experimental y alcance descriptivo, facilitó el análisis del impacto del GPT personalizado para el aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas, el uso combinado de los instrumentos como encuestas, pre test, post test y validación por juicio de expertos permitió identificar con claridad el progreso y mejora en la comprensión de los contenidos y poniendo de manifiesto la participación activa de estudiantes y docentes durante la investigación. Esta metodología permitió una visión integral del fenómeno educativo y de sus participantes (docentes, estudiantes, investigadores).
- La combinación de IA no tiene como objetivo sustituir la función del educador, sino mejorarla ChatGPT sirve como ayudante en línea, liberando al educador de los deberes monótonos, permitiéndoles concentrarse en la atención personalizada y fomentar las habilidades analíticas de los estudiantes
- La comparación entre el pre test y post test evidenció una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes, especialmente en la identificación de métodos de resolución, interpretación de problemas y reconocimiento de casos de factorización. Por otro lado, la validación por juicio de expertos confirmó la claridad coherencia y aplicabilidad de la propuesta haciendo viable su aplicación y utilización como recurso complementario para estudiantes y docentes en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Recomendaciones

- Desarrollar y mejorar tutores personalizados de aprendizaje basados en inteligencia artificial como GPTs especializados en otras áreas de estudio escolares que se adapten e integren a los objetivos curriculares de los diferentes niveles educativos. Los resultados positivos obtenidos con el uso de un GPT personalizado para el aprendizaje de ecuaciones cuadráticas nos sugiere que esta experiencia puede ser replicada no solo para matemáticas sino también en áreas como ciencias naturales, lengua, química, inglés entre otras, es importante anotar que en futuras investigaciones se diseñen, apliquen y evalúen esta investigación en distintos contextos educativos.
- Fomentar el trabajo colaborativo entre los docentes para el diseño y evaluación de recursos digitales basados en inteligencia artificial, mediante comunidades integradas interdisciplinariamente ya que el trabajo en red garantiza la calidad y pertinencia de nuevas tecnologías como los GPTs. Para ello, es importante crear espacios de formación continua donde los docentes intercambien sus experiencias, las evalúen e identifiquen criterios para su integración a la malla curricular de forma pedagógica responsable.
- Garantizar el acceso equitativo a los recursos digitales especialmente los que integran inteligencia artificial para todos los estudiantes independientemente de su nivel socio económico o ubicación geográfica. Por esto, se recomienda que las instituciones elaboren estrategias de inversión en tecnológica que garanticen el acceso y aplicación real de estos recursos y permitan que los estudiantes hagan uso efectivo de estas herramientas.

Referencias bibliográficas

- Alcívar, L. M., Bernal, Á. Á., & Arteaga, L. W. (2024). Estrategia didáctica para el uso de inteligencia artificial en la enseñanza de los estudiantes de básica superior. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR.*, 7(13), 167- 190. doi:<https://doi.org/10.46296/rc.v7i13.0209>
- Allen Cu, M., & Hochman, S. (2023). Scores of Stanford students used ChatGPT on final exams. *News, Science & Technology*, 1(2), 1- 123. doi:<https://stanforddaily.com/2023/01/22/scores-of-stanford-students-used>
- Andrade, E. (2023). IA y personalización educativa: evaluar su efectividad en adaptar contenidos para diversos estudiantes en la educación moderna. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(4), 621-630. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/374708629_IA_y_personalizacion_educativa_e_valuar_su_efectividad_en_adaptar_contenidos_para_diversos_estudiantes_en_la_educacion_moderna_The_influence_of_artificial_intelligence_on_education_personalization_an_al
- Aragón, C. E., & Silva, O. O. (2022). Mirada a un paradigma disruptivo: Educación mediada por las tecnologías. *Revista de Educación de la Unviversidad de Milaga*, 3(2), 222-224. . doi:<https://doi.org/10.24310/mgnmar.v3i2.12866>
- Arteaga, V. E., Juan Medina, M. F., & Del Sol Martínez, J. L. (2019). El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Revista Conrado*, 15(70), 102-108. doi:<http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v15n70/1990-8644-rc-15-70-102.pdf>
- Bendezu, R. (2023). *Herramientas didácticas innovadoras para la enseñanza de la matemática en la educación superior. Una revisión sistemática,2018–2023*. Tesis de Grado, Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/121855>
- Bernal, C. A. (2021). Metodología de la Investigación: Método cuantitativo o método tradicional. Colombia: Colombia: Pearson Educación.
- Buitrago, B. R. (2021). El aprendizaje, la enseñanza, los pensamientos y las interacciones en la escuela. *Revista Científica Praxis & Sabers*, 11(25), 9-20. doi:<https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n25.2020.10580>
- Calabuig, J. M., Garcia, R. L., & Sánchez, P. E. (2021). Aprender como una máquina: Introduciendo la Inteligencia Artificial en la enseñanza secundaria. *Modelling in Science Education and Learning*, 5(1), 1-14. doi:<https://doi.org/10.4995/msel.2021.15022>
- Cámac, T. M., Delgado, B. M., Reyes, T. A., Silva, R. E., Urbina, M. R., & Ramos, A. A. (2023). El pensamiento lógico matemático: Concepciones y enseñanza en el aula de clases. *Editorial Mar Caribe de Josefrank Pernaleté Lugo*, 21(1), 1- 86. doi:<https://osf.io/6qwgw/download/?format=pdf>
- Cardenas, M. (2023). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones. Ucontinental.edu*, 7(2), 536-568. doi:<https://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- Carguacundo, A. F., García Vélez, K. N., Urgilés, H. D., Chica, S. R., Suin Guaraca, A. M., & Andrade Medina, M. A. (2024). Integración de la IA en el Desarrollo del Material Educativo y Didáctico para Docentes del Subnivel. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 1152-1163. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10557

- Carguacundo, F., García, K., Urgilés, D., Chica, R., Suin, A., & Andrade, M. (2024). Integración de la IA en el Desarrollo del Material Educativo y Didáctico para Docentes del Subnivel. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 1152-1163. doi:10.37811/cl_rcm.v8i2
- Carriazo, D. C., Maura, P. R., & Gaviria, B. K. (2020). Planificación educativa como herramienta fundamental para una educación con calidad. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(Esp.3), 1-19. doi:https://doi.org/10.5281/zenodo.3907047.
- Casas, A. J., Repullo, L. J., & Donado, C. J. (2023). La encuesta como técnica de investigación: Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). En INVESTIGACIÓN. <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>.
- Castro, O., Alvarado, P., & Sánchez, M. (2023). Inteligencia artificial en el contexto de la formación docente. *Revista RECIAMUC*, 3(2), 153-161.
- Cayambe, G. M., Gómez, S. G., Bermúdez, P. M., & Núñez, M. C. (2021). Modelo de estrategias de enseñanza para fortalecer el aprendizaje significativo en las ciencias naturales de la educación básica superior. *Ciencia Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(5), 9247 - 9275. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.986
- Chisiguano, M. K., & Montesdeoca, T. G. (2023). “Recursos didácticos en el proceso enseñanza matemática aprendizaje en el área de matemáticas de los estudiantes del subnivel elemental”. Univerdiad Técnica de Cotopaxi . Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/34d85280-1e99-4998-b734-0ca08138f202/content>
- Cortina, J. (2021). Uso de la Inteligencia Artificial (IA) como estrategia en la educación. . *Formación docente revista iberoamericana de educación*, 1(1), 273-632. doi:https://scholar.google.es/citations?hl=es&authuser=1&user=q8_InOEAAAAJ
- Cotrina, A. J., Vera, F. M., & Ortiz, C. W. (2021). Uso de la Inteligencia Artificial (IA) como estrategia en la educación superior. *Revista Iberoamericana de la Educación*, 2(1), 1-11. doi:https://www.revista-iberoamericana.org/index.php/es/article/download/81/189
- Dávila, G. (2019). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales. <http://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>.
- Duta, M. (2024). El desarrollo del ciclo de aprendizaje ERCA en el proceso de enseñanza aprendizaje de Matemáticas en Bachillerato General. *Tesis de Grado*. Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/68875889-aec4-4a5a-b905-692fdaac8d62/content>
- Enriquez, J. (2020). Comunidad virtual en redes sociales para contribuir a la experimentación Comunidad virtual en redes sociales para contribuir a la experimentación. *Tesis de Maestría*. Universidad Tecnológica Israel. Obtenido de <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/2585/1/UISRAEL-EC-MASTER-EDUC-378.242-2020-085.pdf>
- Estrada, A. M. (2023). Investigación NO EXPERIMENTAL.: Guayaquil : https://intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/CIPS/2018_1/Documentos/INVESTIGACION_NO_EXPERIMENTAL.pdf.
- Fandos, G. M. (2023). Formación basada en las Tecnologías de la Información y Comunicación: Análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje. En G. S. Ángel-Pío. https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8909/Etesis_1.pdf.

- Fernández, d. S. (2023). La Inteligencia Artificial en Educación. Hacia un Futuro de Aprendizaje Inteligente . *Revista Escriba Escuela de Escritores*, 2(6), 1-78. doi:<https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/926431.pdf>
- Fiallos, G., Fiallos, L., Criollo, B., & Carvajal, M. (2023). Calidad, Pertinencia e Innovación del Aprendizaje Matemático en Ecuador ¿Mito o Realidad? *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 6076-6093. doi:10.37811/cl_rcm.v7i2.5773
- Gálvez, V. F. (2021). Mathway - Solucionador de Problemas de Matemáticas. <https://es.scribd.com/document/363321481/Mathway-Solucionador-de-Problemas-de-Matematicas>. doi:<https://es.scribd.com/document/363321481/Mathway-Solucionador-de-Problemas-de-Matematicas>
- Gomez, J. (2019). Metodología de la investigación. <https://postgradoeducacionudobolivar.files.wordpress.com/2010/07/gomez-jesus-capitulo-iii-metodologia.pdf>.
- Gómez, V. L., Muriel, M. L., & Londoño, V. D. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Revista Encuentros de la Universidad Autónoma del Caribe*, 17(2), 118-131. doi:<https://www.redalyc.org/journal/4766/476661510011/html/>
- Graterol, R. (2019). Metodología de la Investigación. <https://jofillop.files.wordpress.com/2011/03/metodos-de-investigacion.pdf>.
- Guachichulla, O. L., & Banda, P. B. (2024). Pedagogías emergentes desde un enfoque de educación 4.0. En E. UTMACH. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22397/1/Pedagogi%CC%81as%20emergentes%20desde%20un%20enfoque%20de%20educacio%CC%81n%204.0.pdf>.
- Guerri, M. (2024). La Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel. <https://www.psicoactiva.com/blog/aprendizaje-significativo-ausubel/>.
- LOEI. (2021). Ley Orgánica Reformatoria de la Ley Organica de Educación Intercultural . Quito, Ecuador: Registro Oficial-Suplemento 434.
- Londo, E. (2021). Nuestro trabajo final será una ENTREVISTA, así que vamos a ver primero qué características tiene este género textual. <https://sites.google.com/site/entrevistaconelexperto/-que-es-una-entrevista>.
- Martínez, R. F. (2021). Aprendizaje, enseñanza, conocimiento, tres acepciones del constructivismo. Implicaciones para la docencia. *Perfiles educativos*, 43(174). doi:<https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2021.174.60208>
- Martínez, R., & Gracia, M. (2023). Predicción del desempeño escolar en nivel superior. *Un análisis descriptivo. Universita Ciencia,,* 2(5), 3-21. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.10357981>
- Matailo, V. N., & Ramón, S. I. (2023). La importancia de los recursos didácticos manipulativos en el razonamiento lógico – Matemático. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 10317-10337. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6121
- Meneses, B. G. (2019). El proceso de enseñanza- aprendizaje: el acto didáctico. *Revista de las Ciencias Virgile de la Universidad Rovira* , 8(4), 12-35. doi:<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8929/Elprocesodeensenanza.pdf>
- MINEDUC. (2021). LA PLANIFICACIÓN DIDÁCTICA, SU IMPORTANCIA Y NIVELES. *Revista Nacional de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(1), 1-11. doi:https://sga.unemi.edu.ec/media/archivomateria/2021/08/11/archivomaterial_202181141120.pdf

- MINEDUC. (2021). *Plan Nacional por la Educación*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/plan-nacional-por-la-educacion/>
- MINEDUC. (2022). Guía metodológica de competencias Matemáticas. En UNAE. <https://recursos.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/Gui%CC%81a-Metodolo%CC%81gica-Competencias-Matema%CC%81ticas.pdf>.
- Monje, Á. C. (2019). Metodología de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa . En U. Surcolombiana. Neiva. Obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Morales, O. (2019). FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL Y LA MONOGRAFÍA. <http://myslide.es/documents/fundamentos-de-la-investigacion-documental-y-la.html>.
- Morocho, M. L. (2019). Herramientas didácticas utilizadas por el docente informático y su incidencia en el aprendizaje de los estudiantes de la escuela "maría paulina solís" de la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Yantzaza. *Tesis de grado*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23051/1/TESIS%20FINAL%20LUI%20S.pdf>
- Mredula, K., Jonita, R., & Sajja, P. (2024). AI-BasedTools in Mathematics Education: A Systematic Review of Characteristics, Applications, and Evaluation Methods. *International Research Journal on Advanced Engineering Hub (IRJAEH)*, 2(7), 1958-1967. doi:10.47392/IRJAEH.2024.0268
- Muñoz, R. B., & Mendoza, M. F. (2022). El pensamiento lógico-matemático y la didáctica creativa: caso del circuito educativo 13D01_C07 del Ecuador. *Revista San Gregorio*, 1(52), 126-143). doi:<https://doi.org/10.36097/rsan.v0i52.2206>
- Ocaña, F. Y., Valenzuela, F. L., & Garro, A. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Revista Psicología Educativa: Propósitos Y Representaciones*, 7(2), 536–568. doi:<https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- Opesemowo, O., & Adewuyi, H. (2024). Una revisión sistemática de la inteligencia artificial en la educación matemática: el surgimiento de la 4RI. . *Revista Eurasia de Educación en Matemáticas, Ciencia y Tecnología*, 20(7), em2478. doi:10.29333/ejmste/14762
- Osorio, L., Vidanovic, A., & Finol, M. (2021). ELEMENTOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE Y SU INTERACCIÓN EN EL ÁMBITO EDUCATIVO. <https://revistas.unibe.edu.ec/index.php/qualitas/article/view/117/124>.
- Otero, S., Nuñez, G., Suárez, C., & Pozo, D. (2023). El proceso de enseñanza en el aula desde la perspectiva del aprendizaje significativo. *Revista Latinoamericana Ogmios: RLO Científica*, 3(7), 13–24. doi:10.53595/rlo.v3.i7.063
- Parra, Tapia, & Vásquez. (2020). Aprendizaje mediante el uso de Herramientas Tecnológicas en la Educación inclusiva y el fortalecimiento de la enseñanza. *Revista Scientific*, 2(4), 350-369. doi:https://formacion.fundacionhergar.org/curso/curso-de-herramientas-para-la-docencia-online/?web_origen=Google_Ads_Grant_HerramientasDocencia_RepDom&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwpbi4BhByEiwAMC8JnXfuguV3Jcp_zHUEAqENjXNJHj83kQCdRTE4GKQzUiT9tFc9Nd8H8RoCI3gQAvD_B
- Posso, R., Posso, E., & Salazar, J. (2025). La Inteligencia Artificial en la Educación: Propuesta de una Metodología de Enseñanza Integrada. *Revista de Investigación Educativa y Deportiva*, 4(10), 1-8. Obtenido de <https://revistamentor.ec/index.php/mentor/article/view/9501/7788>

- Puerto, D. A., & Gutiérrez, E. P. (2022). Artificial Intelligence as an Educational Resource during Preservice Teacher Training. . *RIED-Revista Iberoamericana* , 25(2), 347-362. . doi:<https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Quiroz, R. V. (2023). Aplicaciones de Inteligencia Artificial Aliadas en la Enseñanza de las. En C. L. Multidisciplinar. México: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.8070.
- Rochina, C. S., Ortiz, S. J., & Paguay, C. L. (2020). La metodología de la enseñanza aprendizaje en la educación superior: algunas reflexiones. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1), 386-389. doi:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100386&lng=es&tlng=es
- Rochina, S., Ortiz, J., & Paguay, L. (2020). La metodología de la enseñanza aprendizaje en la educación superior: algunas reflexiones. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1), 386-389. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100386&lng=es&tlng=es.
- Rodríguez. (2017). Aplicación de ERCA como estrategia metodológica para mejorar el nivel de logro de aprendizaje de matemática en estudiantes de la I.E. Mario Vargas Llosa De Potracancha, Pillcomarca 2017. *Tesis de Maestría, Universidad Nacional "Hermilio Valdizán"*. Huanuco, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/2767/PPE%2000178%20R75.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, E. (12 de 09 de 2023). *Método empírico*. Obtenido de <https://www.significados.com/metodo-empirico/>
- Ruiz, M. (2023). Uso de las aplicaciones móviles Symbolab y Kahoot para el fortalecimiento de los conocimientos de pre álgebra con estudiantes de grado octavo. En U. d. Santander. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/88eea08f-a9a9-490d-8656-491241f52775/content>
- Salinas, P. J. (2021). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. http://botica.com.ve/PDF/metodologia_investigacion.pdf.
- Sánchez, C. N., Chuma, A. L., Coronel, G. R., & Molina, F. P. (2024). El Aprendizaje en Matemática desde la Cotidianidad. Una Perspectiva en la Solución de los Problemas para la Vida. *Revista Social Fronteriza*, 4(4), e320. doi:[https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(4\)](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(4))
- Sánchez, M., García, J., Steffens, E., & Hernández, H. (2019). Estrategias Pedagógicas en Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior incluyendo Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. *Información tecnológica*, 30(3), 277-286. doi:10.4067/S0718-07642019000300277
- Sánchez, O. M., García, G. J., Steffens, S. E., & Palma, H. H. (2019). Estrategias Pedagógicas en Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior incluyendo Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. *Información tecnológica*, 30(3), 277-286. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300277>
- Santander Universidades. (2024). *¿Qué es un Prompt?* Obtenido de <https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/prompt-que-es.html>
- Schneider, J. (05 de 12 de 2024). *La educación digital en la era de la inteligencia artificial*. Obtenido de Medium: Econotas: <https://medium.com/@ecoeducativo.futuro/la-educaci%C3%B3n-digital-en-la-era-de-la-inteligencia-artificial-f85d0ec63ab7>

- Segarra, C. M., Reyes, G. S., & Belmonte, F. Ó. (2024). ChatGPT como herramienta de apoyo al aprendizaje en en la educación superior: una experiencia docente. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 28(1), 7-44. doi:<https://doi.org/10.51302/tce.2024.19083>
- Sosa, D. M., & Valverde, B. J. (2022). Hacia una educación digital. Modelos de integración de las TIC en los centros educativos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 27(94), 939-970. doi:<https://orcid.org/0000-0003-2690-4916>
- Sousa, F. R., Campanari, X. R., & Rodrigues, A. A. (2023). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241 . doi:<https://doi.org/10.21830/19006586.728>
- Vera, S. J., & Brizuela, D. (2022). Graficando Funciones Cuadráticas: Análisis de la función cuadrática. Reconocimiento de vértices, raíces y ejes de simetría. https://cdn.educ.ar/dinamico/UnidadHtml__get__0555f273-c857-11e0-809f-e7f760fda940/index.htm.
- Vidal, C., & Castillo, A. M. (2023). Inteligencia Artificial: Expertos de la U. de Chile entregan sus definiciones y características. [https://uchile.cl/noticias/205049/que-es-la-inteligencia-artificial-y-cuales-son-sus-caracteristicas#:~:text=de%20razonamiento%20humano.-,La%20Inteligencia%20Artificial%20\(IA\)%20se%20concibe%20como%20una%20tecnologia%20que,el%20proceso%20de%20razonam](https://uchile.cl/noticias/205049/que-es-la-inteligencia-artificial-y-cuales-son-sus-caracteristicas#:~:text=de%20razonamiento%20humano.-,La%20Inteligencia%20Artificial%20(IA)%20se%20concibe%20como%20una%20tecnologia%20que,el%20proceso%20de%20razonam).
- Zambrano, O. G., Moreira, P. M., Morales, Z. F., & Amaya, C. D. (2021). Recursos virtuales como herramientas didácticas aplicadas en la educación en situación. *Polo del Conocimineto*, 6(4), 73-87. doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v6i4.2539>
- Zamora, V. (2023). La Inteligencia artificial y el futuro de la educación superior: : desafíos y oportunidades. . *Revista Horizontes pedagógicos*, 125(1), 1 - 13. doi:<https://doi.org/10.33881/0123-8264.hop.25101>