

## Optimization of the mathematics learning process by implementing personalized tutoring through a *chatbot*

### Optimización del proceso de aprendizaje de matemáticas mediante la implementación de tutorías personalizadas a través de un *chatbot*

**Autores:**

Ortega-Morán, Bladimir Emilio  
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR  
Durán-Ecuador



[beortegam@ube.edu.ec](mailto:beortegam@ube.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0003-6134-8393>

Pichota-Apaña, José Rolando  
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR  
Durán-Ecuador



[jrpichotaa@ube.edu.ec](mailto:jrpichotaa@ube.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0008-8416-0779>

Tapia-León, Mariela Alexandra  
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
Guayaquil-Ecuador



[marielatapia@ug.edu.ec](mailto:marielatapia@ug.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-2609-5955>

Chiquito-Chilan, Rosa Roxana  
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR  
Durán-Ecuador



[rrchiquitoc@ube.edu.ec](mailto:rrchiquitoc@ube.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-1650-8453>

Fechas de recepción: 15-AGO-2024 aceptación: 15-SEP-2024 publicación: 15-SEP-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



## Resumen

*Introducción:* El uso de la inteligencia artificial (IA) ha crecido significativamente en diferentes campos, entre ellos en la comunicación. Los *chatbots*, basados en inteligencia artificial, son uno de los avances más significativos en este campo, permitiendo una interacción eficiente y autónoma con los usuarios a través de dispositivos móviles y aplicaciones como WhatsApp y Telegram. En educación, los *chatbots* han demostrado ser una herramienta valiosa para brindar instrucción matemática personalizada, mejorar la experiencia de aprendizaje y facilitar el acceso a la información. *Objetivo:* El objetivo de la presente investigación fue evaluar la efectividad del *chatbot* como herramienta de apoyo en el aprendizaje de Matemáticas. Para ello se diseñó un *chatbot* para tutorías personalizadas destinadas a la optimización del proceso de aprendizaje de Matemáticas, usando POE (**Platform for Online Engagement**). *Metodología* Para el desarrollo de la investigación se utilizó un enfoque mixto con acción-participación. Así también se utilizó un nivel empírico de investigación, la población de estudio estuvo conformada por 22 educandos del décimo año de la Unidad Educativa Jorge Washington. *Resultados:* Los resultados evidenciaron que el *chatbot* fue útil al momento de resolver ejercicios de forma interactiva (45,45 %), seguido por las respuestas instantáneas a sus preguntas (36,36 %), además la mayoría de los estudiantes (90,91 %) definitivamente recomendaría el uso del chatbot en la impartición de clases de Matemáticas en otros paralelos. *Conclusión:* el uso de chatbot en educación demuestra ser prometedor, cuenta con un amplio apoyo estudiantil y tiene un gran potencial para transformar la enseñanza y el aprendizaje en Matemáticas y otras materias.

**Palabras clave:** aprendizaje; enseñanza; inteligencia artificial; chatbot; Matemáticas



## Abstract

*Introduction:* The use of artificial intelligence (AI) has grown significantly in different fields, such as communication. AI-based chatbots are one of the most significant advances in this field, allowing efficient and autonomous interaction with users through mobile devices and applications such as WhatsApp and Telegram. In education, chatbot has proven to be a valuable tool for providing personalized mathematics instruction, improving the learning experience, and facilitating access to information. *Objective:* The objective of this research is to design a chatbot for personalized tutoring aimed at optimizing the mathematics learning process in tenth-grade EGB students from the Jorge Washington Educational Unit of Sigchos Canton. *Methodology.* For the development of the research, a mixed approach with action-participation was used. An empirical level of research was also used; the population consisted of 22 students from the tenth year of the Jorge Washington Educational Unit. *Results:* The results showed that the chatbot was useful in solving exercises interactively (45.45%), followed by instant answers to their questions (36.36%), and many students (90.91%) would recommend the use of the chatbot in teaching Mathematics classes in other parallels. *Conclusion.* Despite these challenges, the use of chatbot in education remains promising, has broad student support, and has great potential to transform teaching and learning in Mathematics and other subjects.

**Key words:** Learning; teaching; artificial intelligence; chatbot; mathematics



## Introducción

El uso de la inteligencia artificial (IA) está cada vez más extendido en la actualidad. Esta tecnología se refiere a un conjunto de algoritmos que posibilitan que los ordenadores ejecuten tareas con similitud a las requeridas por las capacidades de la inteligencia humana (Cotrina et al., 2021). En este sentido, se emplean mecanismos eficientes que operen con cierta autonomía y disponibilidad de acceso; siendo la comunicación uno de los aspectos en los que interviene esta nueva tecnología. Arredondo (2021) menciona que la creación de *chatbots* como asistentes de comunicación con los usuarios, se sustenta en programas de inteligencia artificial. Los *chatbots* se pueden implementar en cualquier contexto; esto por medio de dispositivos móviles y de aplicaciones como *WhatsApp* y *Telegram*. Es una herramienta capaz de interactuar con los usuarios, responder a sus preguntas frecuentes, brindarles información puntual o asignarles actividades que deban cumplir.

En el ámbito educativo, los *chatbots* se utilizan para dar una respuesta instantánea a dudas, proporcionar asistencia en la realización de tareas y ofrecer tutoría personalizada, mejorando así la experiencia de aprendizaje y facilitando el acceso a la información. Moya et al. (2023) mencionan las ventajas de las tutorías personalizadas a través del uso de *chatbots* por su disponibilidad de empleo todos los días, en cualquier horario. Además, por la posibilidad a su acceso desde cualquier lugar siempre que se disponga de conectividad a Internet. A su vez, suele ser un recurso económico porque el estudiante puede emplearlo desde su hogar.

La interacción del estudiante con el *chatbot* puede ser privada, atemperada a su ritmo y estilo de aprendizaje. La información que puede ofrecerle al alumno es personalizada, por lo que su aprendizaje puede ser más efectivo. El *chatbot* puede ofrecer una experiencia de aprendizaje interactiva y motivadora para el estudiante porque puede adaptarse a sus necesidades e intereses cognoscitivos. En función de ello se produce una retroalimentación para fortalecer la comprensión de conceptos, algoritmos y procedimientos facilitadores de la resolución de problemas matemáticos. La interactividad en el aprendizaje constituye otra variante de comunicación a través de conversaciones simuladas. Es importante tener en cuenta para su aplicación, consideraciones éticas en torno a la privacidad de los datos, equidad en el acceso y calidad del contenido.

La enseñanza de las Matemáticas ha representado un obstáculo significativo para numerosos estudiantes, ya que su dificultad radica en su complejidad y en la variedad de perspectivas que se necesitan abordar en su aprendizaje. Uno de los desafíos más significativos proviene de la carencia de una atención personalizada, dado que con frecuencia los enfoques educativos convencionales carecen de la flexibilidad necesaria para satisfacer las necesidades únicas de cada estudiante (Sánchez & García, 2021). Como resultado de esto, se genera un sentimiento de frustración y falta de interés, lo cual tiene un impacto negativo en el desempeño académico. Además, es importante tener en cuenta que el acceso a tutores especializados en Matemáticas puede presentar restricciones en términos de disponibilidad o precio elevado, lo que resulta en que los estudiantes se vean



privados de una retroalimentación para superar los obstáculos que se les presentan en esta materia.

Días et al. (2023) declaran que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), a través del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), aplicó una evaluación en la cual los resultados arrojaron que los países de América Latina se encuentran en niveles bajos especialmente en la asignatura Matemáticas. Urdinola (2022) explica que Ecuador obtuvo porcentajes por debajo de los niveles estandarizados, colocándose en un nivel 1, el más bajo de la escala. De ahí, se deduce que los estudiantes carecen de habilidades acordes con su edad dentro de la educación secundaria, en asignaturas de vital importancia para su formación integral como son las Matemáticas.

Frente al desafío de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas a nivel global, regional y local, la aplicación de la IA se ha convertido en una alternativa para alcanzar este propósito. La enseñanza de esta asignatura debe sustentarse a través de la elección de métodos y medios que motiven al estudiantado. La aplicación de *chatbots* podría incentivar esta motivación. En especial porque el contenido general de esta disciplina y asignatura posee un alto nivel de abstracción, de ahí que las asesorías personalizadas que se podrían llevar a cabo con la ayuda de los *chatbots* son muy valiosas.

La introducción de sesiones de tutoría personalizadas por medio de un *chatbot* representa una nueva y creativa forma de abordar este problema. Los estudiantes tienen la posibilidad de acceder a una asistencia personalizada, según su ritmo y nivel de comprensión, en cualquier momento y en cualquier lugar gracias al uso de la tecnología de inteligencia artificial. Esto no solamente contribuye al incremento de la cantidad de recursos educativos disponibles, sino que además proporciona una experiencia de aprendizaje que es más dinámica, participativa y atractiva para los estudiantes. Además, al poder abordar las incertidumbres con prontitud, se reduce la frustración y se fomenta la confianza en las habilidades matemáticas, mejorando en consecuencia el rendimiento académico de los estudiantes.

Frente a lo mencionado anteriormente el objetivo del presente artículo fue evaluar la efectividad del *chatbot* como herramienta de apoyo en el aprendizaje de Matemáticas. Para ello se diseñó un *chatbot* para tutorías personalizadas destinadas a la optimización del proceso de aprendizaje de Matemáticas en estudiantes del décimo año EGB de la Unidad Educativa Jorge Washington del Cantón Sigchos; esto teniendo en cuenta las dificultades que existen en cuanto al aprendizaje de las Matemáticas con los modelos tradicionales. Es importante recalcar que mediante la optimización del aprendizaje en Matemáticas en base a tutorías personalizadas a través de *chatbots*, constituye un tema de actualidad científica. Se torna relevante el aporte de tecnologías para la educación en asignaturas complejas como las Matemáticas cuyo rendimiento académico, según la prueba Pisa, es bajo en la región.



## Marco Teórico

### Inteligencia artificial (IA)

La IA se enfoca en la creación y mejora de sistemas informáticos y software capaces de llevar a cabo actividades que usualmente son realizadas por la mente humana (Martínez et al., 2023). Esto abarca el proceso de adquirir conocimiento, la capacidad de comprender, el proceso de pensar lógicamente y la acción de elegir entre diferentes opciones. Utilizando algoritmos complejos y sofisticados modelos matemáticos, la IA se esfuerza por imitar la manera en que los individuos procesan datos y encuentran soluciones.

Existen dos categorías principales en las que se pueden clasificar los sistemas de IA: la inteligencia artificial débil que se refiere a sistemas con capacidades limitadas y se centra en funciones concretas y restringidas, tales como: identificar patrones en el habla, categorizar fotografías o sugerir artículos en plataformas de comercio electrónico. Por otra parte, la inteligencia artificial fuerte hace referencia a sistemas con capacidades más avanzadas y cercanas a la inteligencia humana y se propone desarrollar sistemas que tengan la capacidad de llevar a cabo cualquier tipo de actividad mental que un ser humano pueda realizar, permitiendo alcanzar un nivel de inteligencia superior al humano en determinados aspectos (García et al., 2024), (Aparicio, 2023).

La inteligencia artificial se ha convertido en una presencia ubicua en diversos ámbitos de la sociedad actual, abarcando desde los algoritmos de búsqueda en la web y las plataformas de sugerencias de información hasta los vehículos autónomos y la utilización de sistemas informáticos para mejorar la atención médica. Conforme se producen avances en la tecnología, la IA continúa su desarrollo y ampliación de sus usos, con la promesa de cambiar de manera profunda nuestra manera de vida y de trabajo en los años venideros.

### Características

La IA se distingue de otras formas de procesamiento computacional debido a diversas cualidades únicas y particulares que la definen. Inicialmente, es esencial que los sistemas de IA posean la habilidad de aprender y ajustarse, ya que su capacidad para mejorar su desempeño se ve potenciada a través del aprendizaje a partir de la experiencia acumulada y de los datos que reciben (Ayuso & Guitiérrez, 2022). Es posible alcanzar este objetivo utilizando estrategias tales como el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, que posibilitan que los algoritmos ajusten diferentes aspectos de su funcionamiento con el fin de mejorar su rendimiento en una variedad extensa de actividades. Además, la IA sobresale por su habilidad para pensar de forma lógica y tomar decisiones, empleando algoritmos basados en la lógica y la probabilidad para abordar situaciones complicadas y crear respuestas efectivas de manera inmediata (Estupiñán et al., 2020).



Una característica fundamental de la IA es la habilidad que posee para interpretar y comprender el contexto en el que se encuentra. Este objetivo se consigue mediante la utilización de métodos avanzados de visión por computadora, el procesamiento de lenguaje natural, y la incorporación de sensores, lo que les otorga a los sistemas de IA la capacidad de entender y reaccionar ante la información proveniente del entorno físico (Diestra et al., 2021). Estas habilidades de detección y comprensión son extremadamente importantes en diversas áreas, tales como la conducción autónoma, la atención médica y la automatización industrial, en las cuales los sistemas de inteligencia artificial necesitan relacionarse de forma segura y eficaz con el mundo que los rodea. En su totalidad, todas estas características contribuyen a que la IA se convierta en una herramienta sumamente potente y adaptable que está generando un impacto transformador de manera veloz en una amplia gama de industrias y áreas de actividad.

## Chatbots

Los *chatbots*, también conocidos como *bots* de chat, son herramientas de software programadas con la finalidad de imitar diálogos humanos a través de plataformas de mensajería, ya sea en aplicaciones de mensajería instantánea o en páginas web. Estos sistemas se basan en el uso de IA y procesamiento de lenguaje natural para analizar y comprender las consultas de los usuarios de manera efectiva, lo que permite proporcionar respuestas automatizadas (Carbonell et al., 2023). Los *chatbots* tienen la capacidad de llevar a cabo una extensa gama de acciones, que van desde suministrar datos informativos y contestar consultas comunes hasta efectuar labores avanzadas, como tramitar solicitudes de compra, agendar reuniones y ofrecer soporte técnico.

Una de las ventajas más destacadas de los *chatbots* radica en su habilidad para proporcionar atención al cliente y asistencia técnica de forma rápida y con posibilidad de expansión, es decir la capacidad que tienen los sistemas de IA para adaptarse a diferentes necesidades y demandas que existen por parte de los usuarios que utilizan un *chatbot* (Arjona & Nussaris, 2020). Al estar operativos durante todas las horas del día, los 7 días de la semana, los *chatbots* tienen la capacidad de atender y responder a las preguntas de los usuarios en cualquier instante, lo cual contribuye a enriquecer la satisfacción del cliente y disminuir los tiempos de espera (García F. J., 2023). Adicionalmente, los *chatbots* tienen la capacidad de gestionar varias conversaciones al mismo tiempo, lo que los convierte en una excelente opción para compañías que reciben un gran número de preguntas de manera simultánea. Por citar un ejemplo, los *chatbots* tienen la capacidad de funcionar como asistentes virtuales dentro de entornos educativos, ofreciendo ayuda de manera rápida y eficiente a los estudiantes y docentes en el proceso de resolver preguntas, distribuir recursos educativos y organizar tareas (Vega et al., 2023). Además de lo mencionado anteriormente, es posible implementar dichos sistemas con el propósito de brindar tutorías personalizadas, modificando la velocidad y el material educativo de las clases según el avance y las acciones de aprendizaje individual de cada estudiante. La particularidad de que estén disponibles durante todas las horas del día facilita a los estudiantes la posibilidad de acceder a una



amplia gama de cursos educativos y recibir asistencia en cualquier momento (Salmorón et al., 2023).

Una característica sobresaliente de los *chatbots* es que tienen la habilidad de adaptar las conversaciones según las preferencias individuales de cada usuario, ofreciendo así una experiencia más personalizada y efectiva. Mediante la recopilación y el análisis de datos que involucran las preferencias y el comportamiento de los usuarios, los *chatbots* tienen la capacidad de proporcionar respuestas y sugerencias personalizadas que se ajustan a las necesidades específicas de cada individuo (García F. J., 2023). En el ámbito educativo es posible utilizar estos sistemas en plataformas de aprendizaje en línea con el fin de brindar recomendaciones personalizadas sobre material educativo, sugerir actividades de estudio adaptadas a medida que el estudiante avanza y considerando sus campos de interés, o incluso ofrecer retroalimentación detallada acerca del rendimiento académico de manera individualizada (Apolo et al., 2024). La incorporación de esta adaptación individualizada sería benéfica para los estudiantes, ya que les permitiría optimizar la gestión de su tiempo de estudio y dirigir su atención hacia los aspectos más importantes para su aprendizaje, lo que resultaría en una mejora tanto en su experiencia educativa como en su desempeño académico (Pñahorra et al., 2022).

Lo anteriormente mencionado da como resultado una mejora de la satisfacción del cliente y una optimización de la eficiencia en la prestación de servicios, ya que los usuarios reciben respuestas que no sólo son más pertinentes, sino también más valiosas. Es decir, que el uso de los *chatbots* representa una herramienta útil para la comunicación, siendo la versatilidad y eficacia con la cual se maneja una de sus más grandes atribuciones y la razón por la cual se busca implementar la IA en los diferentes campos de la sociedad, en especial, en el de la educación.

## Materiales y métodos

Esta investigación fue de tipo mixto con un enfoque cuali-cuantitativo, y tuvo características de la investigación acción-participación en tanto buscó solucionar un problema práctico del contexto educativo investigado. Esta investigación requirió del aporte de agentes claves como estudiantes, docentes, directivos, programadores y especialistas informáticos para diseñar la propuesta. Se realizó un análisis de las necesidades y características de los estudiantes, las partes del proceso de enseñanza-aprendizaje de Matemáticas implicadas como fueron sus contenidos, conceptos, las dificultades comunes, los estilos de aprendizajes, las preferencias de interacción de los estudiantes, entre otros aspectos que permitieron diseñar el *chatbot*.

Con respecto a la selección de métodos del nivel empírico se tuvieron en consideración los siguientes: en principio se desarrolló una encuesta a estudiantes para caracterizar el estado de la enseñanza aprendizaje de Matemáticas. Además, se realizó una revisión de documentos que posibilitaron el procesamiento de la información esencial para la investigación. Entre los



documentos estudiados consta el programa analítico de la disciplina Matemáticas el cual permitió delimitar la pertinencia de los contenidos y objetivos formativos a seleccionar para el diseño de esta propuesta.

La población de estudio estuvo conformada por 22 educandos del décimo año de la Unidad Educativa Jorge Washington. Los estudiantes tienen una edad promedio de 13 a 14 años, está conformada por el 37% de hombres y 63% de mujeres.

## Propuesta

Para el desarrollo del *chatbot* se comenzó definiendo claramente el propósito y los objetivos del chatbot de matemáticas que se desea crear para determinar si el *chatbot* va a ser un tutor virtual que ayude a los estudiantes con sus tareas y explicaciones. Una vez establecidos los objetivos, se procedió a recopilar los datos necesarios para el entrenamiento del *chatbot*. Entre la información que se recopiló estuvieron libros de texto de Matemáticas, ejercicios resueltos, material didáctico, bases de datos con fórmulas y teoremas, así como cualquier otro recurso relevante para el área específica de las matemáticas.

El siguiente paso fue seleccionar la plataforma o *framework* más adecuado para el desarrollo; entre las opciones consideradas por los investigadores se consideraron *TensorFlow*, *PyTorch*, *Scikit-learn*, entre otras. Estas plataformas ofrecen herramientas y bibliotecas específicas para el procesamiento de lenguaje natural, el aprendizaje automático y el manejo de datos numéricos y matemáticos. Se seleccionó la plataforma POE (**Platform for Online Engagement**). POE es una plataforma diseñada para facilitar la interacción y el compromiso en línea a través de *chatbots* y otras herramientas automatizadas. Esta plataforma se utiliza para mejorar la comunicación con los usuarios, proporcionar asistencia y soporte, y fomentar una mayor interacción en línea. Se eligió esta herramienta gratuita, por su facilidad de uso, por el grado de personalización que ofrece y por los informes que entrega.

Se comenzó con el proceso de desarrollo de personalización del *chatbot* de matemáticas en POE. Primero se realizó un proceso de alimentación al *chatbot* con los datos de los temas que pertenecen al décimo año de educación general básica, donde el *chatbot* debía reconocer patrones, comprender conceptos matemáticos, interpretar ecuaciones y fórmulas, y generar respuestas precisas. Para este proceso se utilizaron técnicas avanzadas de procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático para que el *chatbot* pueda comprender consultas matemáticas en lenguaje natural y responder de manera inteligente. Después de la fase de entrenamiento, se realizaron pruebas exhaustivas para evaluar el rendimiento del chatbot de matemáticas. Para lo cual se sometió al *chatbot* a una variedad de ejercicios, problemas y situaciones para verificar su capacidad de proporcionar explicaciones claras, resolver ecuaciones correctamente y manejar consultas complejas de manera precisa. Una vez que el *chatbot* superó las pruebas y cumplió con los



requisitos establecidos, finalmente, se realizó el proceso de implementación del chatbot hacia los estudiantes de décimo año de la Unidad Educativa Jorge Washington. Para la implementación del *chatbot* se realizó en una prueba piloto, esta prueba se llevó a cabo durante el segundo trimestre, con sesiones semanales de una hora. El objetivo fue evaluar la efectividad del *chatbot* como **herramienta de apoyo en el aprendizaje de Matemáticas y recopilar retroalimentación para mejoras futuras**.

Durante las sesiones, los estudiantes interactuaron con el *chatbot* a través de una aplicación móvil especialmente diseñada. En esta aplicación los educandos pudieron plantear preguntas, solicitar explicaciones sobre conceptos específicos o pedir ayuda para resolver ejercicios y problemas. El *chatbot* respondía de manera personalizada, adaptando su lenguaje y enfoque según el nivel de comprensión de cada estudiante. A medida que avanzaban las sesiones, se realizó un análisis de las interacciones para identificar áreas de confusión o debilidad y reforzar el conocimiento del *chatbot* en esos temas. Además, incorporaban nuevos ejercicios y ejemplos basados en las consultas más frecuentes. Tras la implementación realizada del *chatbot* se aplicó una encuesta a los estudiantes respecto al uso de esta aplicación y como puede mejorarse este recurso tecnológico.

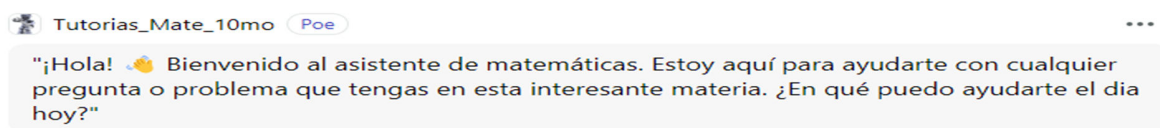
### Implementación del *Chatbot*

La propuesta de implementar un *chatbot* de matemáticas, como un tutor personalizado, puede convertirse herramienta valiosa y eficiente para optimizar los resultados del aprendizaje en esta área. Este asistente virtual proporciona interacción personalizada, lo que permite a los estudiantes recibir asistencia específica en los temas donde más necesita ayuda o refuerzo. Al ajustarse al nivel y ritmo del usuario individual, el *chatbot* tiene la capacidad de ofrecer explicaciones detalladas y recursos complementarios que mejoran la comprensión de conceptos matemáticos complejos, fomentando así una experiencia de aprendizaje más eficaz y significativa.

A continuación, se ejemplifica la interfaz y la implementación del chatbot de matemáticas como una prueba piloto llevada a cabo con los estudiantes.

*Figura 1*

#### *Saludo inicial del Chatbot*



Fuente: Elaboración propia

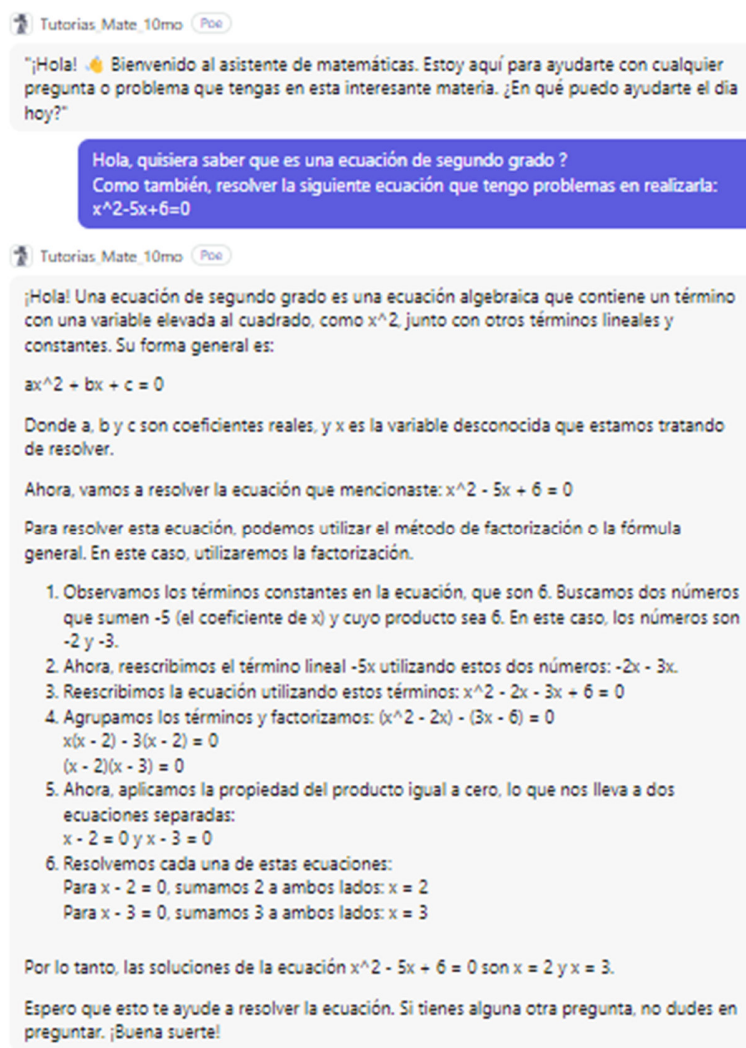
La Figura 1 muestra un cálido mensaje de bienvenida tras haber iniciado sesión en el sitio web <https://poe.com/chat/2cuj3c38hzfpvronrhi>. El sitio web pone a disposición de los visitantes información de que el chatbot está a su disposición para atender cualquier consulta relativa a

ejercicios o cuestiones relativas a la materia de Matemáticas. Este saludo introductorio asegura a los usuarios que están en el lugar correcto para recibir apoyo académico preciso y eficiente, enfatizando la capacidad del chatbot para ofrecer resultados óptimos que mejoran el aprendizaje y la comprensión de conceptos matemáticos.

El *chatbot*, diseñado para abordar una amplia gama de cuestiones matemáticas, ofrece una experiencia de usuario prometedora y enriquecedora. Proporciona respuestas detalladas y claras, ayudando a los estudiantes a superar desafíos específicos en matemáticas, como se muestra en la Figura 2, por ejemplo:

**Figura 2**

*Solución de Prompt ante una ecuación*



Fuente: Elaboración propia

Es evidente que al requerir la resolución de un problema matemático que contiene una incógnita, el chatbot proporciona una exposición minuciosa y organizada de la manera en que dicho problema puede ser abordado de forma secuencial. Este enfoque meticuloso no sólo dirige al usuario a través de cada etapa del proceso de resolución, sino que también desglosa cada paso claramente, asegurando que el usuario comprenda cómo llegar a la solución final.

Además, cada explicación ofrecida por el chatbot está respaldada por razonamientos teóricos que mejoran la comprensión del ejercicio realizado. Esta fundamentación teórica sitúa los procedimientos en el contexto de normativas y principios matemáticos, a su vez fortaleciendo la comprensión teórica requerida para enfrentar desafíos análogos en el porvenir. Al integrar la teoría y la práctica de esta manera, el chatbot no solo aborda el problema inmediato, sino que también establece una base sólida de conocimiento matemático dentro del usuario, promoviendo un aprendizaje integral y duradero.

Es evidente que al requerir la resolución de un problema matemático que contiene una incógnita, el chatbot proporciona una exposición minuciosa y organizada de la manera en que dicho problema puede ser abordado de forma secuencial. Este enfoque meticuloso no sólo dirige al usuario a través de cada etapa del proceso de resolución, sino que también desglosa cada paso claramente, asegurando que el usuario comprenda cómo llegar a la solución final.

Además, cada explicación ofrecida por el chatbot está respaldada por razonamientos teóricos que mejoran la comprensión del ejercicio realizado. Esta fundamentación teórica sitúa los procedimientos en el contexto de normativas y principios matemáticos, a su vez fortaleciendo la comprensión teórica requerida para enfrentar desafíos análogos en el porvenir. Al integrar la teoría y la práctica de esta manera, el chatbot no solo aborda el problema inmediato, sino que también establece una base sólida de conocimiento matemático dentro del usuario, promoviendo un aprendizaje integral y duradero.

## Resultados

Una vez implementado el plan piloto del chatbot, se procedió a realizar una encuesta a los estudiantes y docentes para conocer si esta herramienta tecnológica pudo actuar como un tutor personalizado y optimizar el proceso de aprendizaje de Matemáticas en estudiantes del décimo año EGB de la Unidad Educativa Jorge Washington del Cantón Sigchos

Según los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes un 54,55 % se siente satisfecho y un 22,73 % muy satisfecho con utilizar el chatbot para su aprendizaje. Además, un 86,36% considera que el chatbot resulta muy útil para la enseñanza de esta asignatura. Más de la mitad de los estudiantes (63,64 %) considera que el chatbot definitivamente le ayudó a comprender mejor el contenido y el 40,91 % indica que lo hizo, pero en cierta medida. En cuanto a la precisión de



respuestas entregadas por el chatbot, el 63,64 % indica que las respuestas fueron respondidas adecuadamente la mayoría de las veces, y un 22,73 % indica que lo hizo siempre. Por otro lado, las encuestas reflejan que la motivación por aprender los temas de la asignatura usando el chatbot tiene un nivel satisfactorio en el 54,55 % de los encuestados, mientras que para un 22,73 % resulta muy satisfactorio y en el mismo porcentaje neutral.

Una de las características que más atrajo a los estudiantes del chatbot fue la resolución de los ejercicios de forma interactiva (45,45 %), seguido por las respuestas instantáneas a sus preguntas (36,36 %). Sin embargo, para la mayoría de los estudiantes (63,64 %) la interfaz del chatbot resultó confusa, mientras que para el 22,73 % le resultó fácil. No obstante, la mayoría de los estudiantes (90,91 %) definitivamente recomendaría el uso del chatbot en la impartición de clases de Matemáticas en otros paralelos.

## Discusión

La información recopilada de la encuesta realizada a los alumnos que emplearon el *chatbot* de matemáticas proporciona valiosas percepciones que ayudan a comprender mejor la eficacia y acogida de este recurso educativo para optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje de Matemáticas.

En líneas generales, los resultados encontrados apuntan hacia una impresión favorable y un nivel de satisfacción alto que los estudiantes reportaron en relación con su experiencia. Inicialmente, se observa que la mayoría de los encuestados, con un porcentaje del 77,28 %, han expresado altos niveles de satisfacción, lo que respalda la idea de que el chatbot ha contribuido de manera significativa al proceso de aprendizaje en la materia de Matemáticas. Estos hallazgos coinciden con el estudio desarrollado por Winkler y Soller (2019) que han subrayado la capacidad de los *chatbots* para incrementar la motivación y la participación de los estudiantes.

Adicionalmente, el hecho de que todos los estudiantes hayan considerado el *chatbot* como útil o muy útil indica que esta herramienta se ha valorado altamente como un recurso eficaz para ayudar en la comprensión y la asimilación de los conceptos matemáticos. Estos descubrimientos respaldan las afirmaciones de Annamalai et al. (2023), los cuales resaltan la capacidad prometedora de los *chatbots* en ofrecer retroalimentación personalizada y ajustada a las necesidades únicas de cada estudiante.

Un dato que destaca es que la gran mayoría de las personas encuestadas, con un porcentaje del 63,64 %, mencionaron que el *chatbot* fue de gran ayuda para mejorar su comprensión del contenido de manera definitiva. Además, un porcentaje adicional del 40,91 % expresó que también les ayudó en cierta medida. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas realizadas por Chumkaew (2023), Gil (2023) y Vázquez y Sevillano (2022) quienes han evidenciado cómo los



*chatbots* pueden ser eficaces en la mejora de la comprensión y el desempeño académico en una variedad de campos.

Sin embargo, los hallazgos también indican que hay áreas en las que se podrían realizar mejoras. A modo de ilustración, se observó que un porcentaje considerable, específicamente el 63,64 % de las personas encuestadas, manifestaron problemas al utilizar la interfaz del *chatbot*, lo cual indica que sería conveniente trabajar en el perfeccionamiento de la facilidad de uso y la satisfacción del usuario. Esto está en línea con las sugerencias dadas por Moral et al. (2023), los cuales destacan la relevancia de una interfaz que sea fácil de entender y agradable para lograr una comunicación efectiva con los *chatbots*.

Es importante tomar en cuenta otro factor relevante: la exactitud y la claridad en las respuestas proporcionadas por el chatbot. Una proporción del 9,09 % de las personas encuestadas mencionó haber recibido respuestas que no eran precisas o que carecían de claridad. Aunque el porcentaje es mínimo (menos del 10 %) subraya la necesidad de seguir mejorando constantemente tanto los algoritmos utilizados para el procesamiento de lenguaje natural como la base de datos de conocimientos del chatbot, tal y como es indicado por los especialistas dentro de esta área específica (Huang et al., 2020). Esto con el fin de obtener una exactitud y claridad que se acerque al 100%.

A pesar de que existen aspectos que podrían mejorarse en estas áreas, en líneas generales, los resultados muestran un panorama positivo y motivador. El elevado porcentaje del 90,91% de individuos encuestados que afirmaron estar totalmente a favor de recomendar el chatbot a sus compañeros de clase para el curso de Matemáticas indica que existe un nivel de confianza y aceptación notorio hacia este recurso tecnológico. Este hallazgo indica que los estudiantes consideran al *chatbot* como una herramienta de gran utilidad y eficacia en el proceso de aprendizaje, lo que apoya la propuesta de continuar investigando y mejorando estas tecnologías en el campo educativo.

## Conclusiones

La implementación de un *chatbot* ha demostrado ser un avance significativo en la optimización del proceso de aprendizaje de las Matemáticas para los estudiantes del décimo año EGB de la Unidad Educativa Jorge Washington del Cantón Sigchos. Los resultados de la investigación han permitido concluir lo siguiente:

El diseño del *chatbot*, orientado a brindar tutorías personalizadas, ha permitido proporcionar ayuda en tiempo real y de manera permanente, adaptándose a las necesidades específicas de cada estudiante. Esta disponibilidad de un tutor a tiempo completo es crucial para un aprendizaje efectivo y continuo, permitiendo que los estudiantes aborden y resuelvan sus dudas de manera



inmediata. Además, ofrecen explicaciones detalladas paso a paso lo cual facilita una comprensión profunda de los conceptos, fomentando así una base sólida en Matemáticas.

Otro aspecto clave que, según los estudiantes, brindó el *chatbot* fue la capacidad para adaptar contenidos y ejercicios en función del nivel de conocimiento y progreso individual de cada estudiante. El *chatbot* fue diseñado para detectar las áreas de mayor dificultad para el estudiante y concentrarse en ellas, proporcionando actividades personalizadas y una retroalimentación detallada. Esta personalización fue esencial para mantener el interés y la motivación de los estudiantes, ya que mejoró la percepción de ser apoyados y comprendidos en su viaje de aprendizaje.

Asimismo, las explicaciones dadas por el *chatbot*, incorporando la teoría y práctica en los tutoriales, ha generado una experiencia de aprendizaje más completa y duradera. Mediante la explicación detallada de los pasos y razones detrás de la resolución de problemas, el *chatbot* contribuyó a la internalización de los principios matemáticos esenciales entre los estudiantes. Esta integración de la argumentación teórica con la aplicación práctica promovió una comprensión más profunda y una implementación más segura de conceptos matemáticos en diversos contextos. Con esto, los estudiantes no se limitan a memorizar procedimientos; más bien, se les anima a cultivar habilidades de pensamiento crítico y aplicar los conocimientos adquiridos de manera práctica y eficaz.

La implementación del chatbot ha mejorado significativamente el proceso de aprendizaje de Matemáticas, facilitando el acceso a recursos educativos y permitiendo una retroalimentación inmediata. Esta herramienta tecnológica no solo ha mejorado la comprensión y retención de conceptos matemáticos, sino que también ha fomentado una mayor motivación y participación activa entre los estudiantes, demostrando ser una estrategia efectiva de aprendizaje en el entorno educativo actual. Los resultados del estudio piloto indican que el 77.28 % de los estudiantes reportaron altos niveles de satisfacción con el uso del chatbot, demostrado ser altamente efectiva. Aunque el 90.91% de los estudiantes recomendaría el uso del *chatbot* a otros compañeros, un 9.09% indicó que las respuestas no siempre eran precisas o claras, lo que subraya la importancia de seguir mejorando los algoritmos de procesamiento del lenguaje natural y la base de datos de conocimientos del chatbot.

En suma, el chatbot ha demostrado tener gran potencial de uso en la optimización del proceso de enseñanza de la Matemáticas, sin embargo, es preciso perfeccionar los algoritmos de procesamiento del lenguaje natural para proporcionar respuestas más exactas y contextualizadas, abordando de manera más efectiva las preguntas y problemas matemáticos de los estudiantes. Asimismo, se requiere mejorar el diseño de la interfaz haciéndola más intuitiva y amigable, para facilitar la navegación y la interacción de los estudiantes. Con estas actualizaciones, se espera que el chatbot no solo continúe optimizando el aprendizaje de Matemáticas, sino que también se



convierta en una herramienta indispensable en el proceso educativo, adaptándose continuamente a las necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Como trabajo futuro se piensa explorar los criterios y las actitudes de los docentes del área de Matemáticas respecto al uso del chatbot en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### Referencias Bibliográficas

- Annamalai, N., Rashid, R., Hashmi, U., Mohamed, M., Algaryouti, M., & Sadeg, A. (2023). Using chatbots for English language learning in higher education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100153. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100153>
- Aparicio, W. O. (2023). La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI . *Revista Internacional De Pedagogía E Innovación Educativa*, 3(2), 217-229. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>
- Apolo, D., Estrada, A., & Fernández, D. (2024). La inteligencia artificial y su aplicabilidad en la educación escolarizada ecuatoriana. *Boletín ObservaUNAE*, 1-22. <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/observaUNAE/article/view/940>
- Arjona, R., & Nesseris, S. (2020). What can Machine Learning tell us about the background expansion of the Universe? *Physical Review D*, 101(12), 123525.
- Arredondo, C. C. (2021). *Inteligencia artificial en la educación: uso del chatbot en un curso de pregrado sobre Investigación Académica en una universidad privada de Lima*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/20996>
- Ayuso, D., & Guitiérrez, P. (2022). La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347-362. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Carbonell, C., Burgos, S., Calderón, D., & Paredes, O. (2023). La Inteligencia Artificial en el contexto de la formación educativa. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 6(12), 152-166. <https://doi.org/Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes>
- Chumkaew, S. (2023). The Development of Chatbot Provided Registration Information Services for Students in Distance Learning. *ABAC Journal*, 43(4). <https://doi.org/10.59865/abacj.2023.55>



- Cotrina, J. C., Vera, M. Á., Ortiz, W., & Sosa, P. (2021). Uso de la Inteligencia Artificial (IA) como estrategia en la educación superior. *Revista Iberoamericana De La Educación*, 1-11. <https://doi.org/10.31876/ie.vi.81>
- Dias, A., Bohrer, A., & Crespo, S. (2023). Chatbots na Educação Matemática: um mapeamento sistemático de 2018 a 2023. *Anais do I Workshop de Educação a Distância e Ensino Híbrido*, 32-41. <https://doi.org/10.5753/weadeh.2023.236220>
- Diestra, N., Cordova, A., Carajulca, C., Esquivel, D., & Nina, S. (2021). La inteligencia artificial y la toma de decisiones gerenciales. *Revista De Investigación Valor Agregado*, 8(1), 52-69. <https://doi.org/10.17162/riva.v8i1.1631>
- Estupiñán, J., Leyva, M., Peñafiel, A. J., & El Assafiri, Y. (2021). Inteligencia artificial y propiedad intelectual. *Universidad Y Sociedad*, 13(S3), 362-368.
- García, F. J. (2023). La integración de la inteligencia artificial generativa en la práctica docente. *V Seminário Escola Digital: A Educação na Era da Inteligência Artificial. Centro de Competência TIC da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança (CCTIC)*. Portugal. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2883>
- García, F., Llorens, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1). <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- Gil, J. (2023). El ABC de los ChatBots en la educación: una aproximación. *Revista Cubana de Educación Superior*, 42(1), 461-482.
- Huang, J., Xing, Z., Liu, Z., Lui, Y., Marupadi, V., Chen, J., & Yu, P. (2020). Challenges and opportunities for chatbots in education. *Geometric Dark Matter*, 1, 1-7. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.06577>
- Juca, F. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en los trabajos académicos y de investigación. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 6.
- Martínez, M., Rigueira, X., Larrañaga, A., Martínez, J., Ocarranza, I., & Kreibel, D. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en los métodos de evaluación en la educación primaria y secundaria: revisión sistemática de la literatura. *Revista de Psicodidáctica*, 28(2), 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2023.06.001>

- Moral, S., Rey, F., & Cebrián, M. (2023). Análisis de chatbots de inteligencia artificial y satisfacción en el aprendizaje en educación matemática. *International Journal of Educational Research and Innovation*(20), 1-15.
- Mota, J. G., Artega, Y., & Xambrano, M. (2023). Ventajas y desventajas del uso de las Herramientas de Inteligencia artificial en la educación. *Revista Tecnopedagogía e Innovación*, 2(2), 6-26.
- Peñaherrera, W., Cunuhay, W., Nata, D., & Moreira, L. (2022). Implementación de la Inteligencia Artificial (IA) como Recurso Educativo. *RECIMUNDO*, 6(2), 402-413. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.402-413](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.402-413)
- Salmerón, Y., Luna, H., Murillo, W., & Pachecho, V. (2023). El futuro de la Inteligencia Artificial para la educación en las instituciones de Educación Superior. *Conrado*, 19(93), 27-34. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442023000400027&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442023000400027&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Sanabria, J., Silveria, Y., Pérez, D., & Cortina, M. (2023). Incidencias de la inteligencia artificial en la educación contemporánea. *Revista Científica de Comunicación y Educación*(77), 97-107. <https://doi.org/10.3916/C77-2023-08>
- Sánchez, A., & García, M. (2021). Programa de entrenamiento en potencial de aprendizaje para niños colombianos con dificultades de aprendizaje en Matemáticas. *Interdisciplinaria*, 38(1), 163-180.
- Urdinola, A. (2022). *En Ecuador, aprender matemáticas es más fácil con inteligencia artificial*. Banco Mundial.
- Vázquez, E., & Sevillano, M. (2022). La gamificación como recurso educativo en Educación Primaria. *Dykinson*, 209. <http://digital.casalini.it/9788411223591>
- Vega, J., Borja, E., & Ramírez, P. (2023). ChatGPT and artificial intelligence: obstacle or advantage to higher medical education? *Educación Médica Superior*, 37(2), e3851. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412023000200013&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412023000200013&script=sci_arttext&tlng=en)
- Winkler, R., & Söllner, M. (2019). Unleashing the Potential of Chatbots in Education: A State-Of-The-Art Analysis. *Academy of Management Proceedings*(1), 15903. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2018.15903abstract>



**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.

