

Generador Automatizado de Pruebas Matemáticas con Asistencia de Chatbot aplicado a productos Notables y Leyes de Exponentes.

Omar Alejandro Garcia Lopez, Dora María Calderón Nepamuceno

^a Universidad Autónoma del Estado de México Plantel Nezahualcóyotl, Av. Bordo de Xochiaca, Benito Juárez, 57000 Cdad. Nezahualcóyotl, Méx., ogarcial001@alumno.uaemex.mx, ciudad de México, estado de México, México.

^b Universidad Autónoma del Estado de México Plantel Nezahualcóyotl, Av. Bordo de Xochiaca, Benito Juárez, 57000 Cdad. Nezahualcóyotl, Méx., dcalderronn839@profesor.uaemex.mx, ciudad de México, estado de México, México.

Resumen

El artículo se centra en la implementación de un sistema que genera pruebas matemáticas enfocadas a los productos notables y leyes de exponentes, integrando consigo un chatbot especializado en los productos notables y leyes de exponentes, dirigido a mejorar la experiencia educativa de los estudiantes. Este chatbot utiliza el procesamiento del lenguaje natural para detectar la intención del usuario y así proporcionar una respuesta predefinida a esa intención, ofreciendo un enfoque innovador para reforzar la comprensión de conceptos matemáticos fundamentales.

El objetivo principal no solo se limita a brindar retroalimentación, sino a la utilización de la IA mediante la implementación de un chatbot que se adapta a los diversos estilos de aprendizaje y niveles de comprensión, ofreciendo una gama más amplia de soluciones y explicaciones a los estudiantes.

Este desarrollo se fundamenta en la aplicación de la Inteligencia Artificial, particularmente en el campo del Procesamiento del Lenguaje Natural. Esta implementación no solo permite al chatbot interpretar preguntas, sino también proveer respuestas coherentes y precisas. Este enfoque multidisciplinario no se circunscribe únicamente a las matemáticas, sino que se busca la proyección hacia otras disciplinas del conocimiento.

La visión a largo plazo es perfeccionar la retroalimentación proporcionada por el chatbot, aumentando su precisión y eficiencia. Se pretende convertirlo en una herramienta educativa integral y adaptable, capaz de ajustarse a las necesidades y ritmos de aprendizaje individuales, fomentando así un proceso educativo más personalizado y efectivo para los estudiantes, enriqueciendo su experiencia de aprendizaje.

Palabras clave — Chatbot, Educación, Exponentes, lenguaje natural, productos notables.

Abstract

The article focuses on the implementation of a system that generates mathematical proofs focused on notable products and laws of exponents, integrating with it a chatbot specialized in notable products and laws of exponents, aimed at improving the educational experience of students. This chatbot uses natural language processing to detect user intent

and thus provide a predefined response to that intent, offering an innovative approach to reinforce understanding of fundamental mathematical concepts.

The main objective is not only limited to providing feedback, but to expand the capabilities of the chatbot. It seeks to adapt to diverse learning styles and levels of understanding, offering a wider range of solutions and explanations to students.

This development is based on the application of Artificial Intelligence, particularly in the field of Natural Language Processing. This implementation not only allows the chatbot to interpret questions, but also provide consistent and accurate answers. This multidisciplinary approach is not limited solely to mathematics, but also seeks to extend it to other disciplines of knowledge.

The long-term vision is to refine the feedback provided by the chatbot, increase its accuracy and efficiency. The aim is to make it a comprehensive and adaptable educational tool, capable of adjusting to individual learning needs and rhythms, thus promoting a more personalized and effective educational process for students, enriching their learning experience.

Keywords — Chatbot, Education, Exponents, natural language, notable products.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la Inteligencia Artificial (IA) ha experimentado un rápido avance que ha transformado radicalmente diversos aspectos de nuestras vidas.

La IA, que se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que requieren inteligencia humana, ha demostrado un potencial sin precedentes en áreas como el procesamiento de datos, la toma de decisiones, la automatización de procesos y la interacción con los seres humanos.[1]

La IA ha emergido como una tecnología disruptiva en el campo de la educación. La capacidad de las máquinas para analizar grandes volúmenes de datos, aprender patrones y tomar decisiones basadas en algoritmos sofisticados está transformando la forma en que enseñamos y aprendemos.[2] La IA ha sido utilizada en la educación desde hace varios años, pero su uso se ha acelerado en los últimos años. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE 2020) señala que la IA tiene el potencial de revolucionar la educación, mejorando el acceso, la calidad y la equidad de la educación. [3]. De acuerdo con la OCDE la IA se puede utilizar para personalizar el aprendizaje de los estudiantes, teniendo en cuenta sus necesidades y preferencias individuales. Esto puede ayudar a los estudiantes a aprender de manera más efectiva y a alcanzar sus metas educativas. La IA también se puede utilizar para mejorar la eficiencia de la enseñanza y el aprendizaje, automatizando tareas y procesos. Esto puede liberar a los profesores para que se centren en tareas más importantes, como la enseñanza y la orientación de los estudiantes. También se puede utilizar para ampliar el acceso a la educación, proporcionando a los estudiantes oportunidades de aprendizaje en línea y a

distancia. Esto puede ayudar a los estudiantes que viven en zonas rurales o que tienen dificultades para asistir a la escuela. [3]

Sin embargo, la IA presenta desafíos en cuanto a la accesibilidad, la equidad y la ética. Por lo que es crucial que responsables políticos y educadores colaboren para asegurar su uso responsable y ético [3].

Tan acelerado es el avance tecnológico con las IA's que los representantes de los estados miembros, de organizaciones internacionales, de instituciones académicas, de la sociedad civil y del sector privado aprobaron el Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación en 2019. Este consenso es el primer documento que destaca el potencial transformador de la IA en la educación, enfatizando la necesidad de colaboración entre responsables políticos y educadores para desarrollar políticas inclusivas y éticas. El documento subraya un enfoque humanista en la implementación de la IA en la educación, considerando los derechos humanos de los estudiantes como prioritarios [4].

Ezzaim, Kharroubi Dahbi y otros (2021) identificaron tendencias en el uso de IA en la educación, incluyendo el aumento en sistemas de aprendizaje automático personalizados, realidad virtual aumentada, y análisis de datos educativos [5]. Su trabajo destaca el creciente interés en herramientas de IA para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje, brindando retroalimentación personalizada y tutoría inteligente [5].

1.1. Las matemáticas en la educación básica

La educación básica es fundamental para el desarrollo de habilidades profesionales en un entorno impulsado por avances tecnológicos y científicos. La matemática, en la vida diaria, desempeña un papel crucial en cualquier disciplina académica, ya sea como objeto de estudio o como herramienta para validar resultados [6].

La enseñanza de las matemáticas requiere una combinación efectiva de estrategias pedagógicas y tecnologías educativas, especialmente en el contexto actual de creciente demanda de soluciones basadas en IA, que abarcan desde chatbots educativos hasta generadores de contenido didáctico [6].

Como hemos observado, el uso de tecnologías en el ámbito educativo se ha vuelto cada vez más solicitado, especialmente tras dos años de aislamiento debido a la pandemia de COVID-19. Durante este período, la demanda de tecnologías educativas ha experimentado un crecimiento significativo, dando lugar a servicios basados en inteligencia artificial (IA) como lo son: la creación de contenido didáctico, generación de ensayos y la implementación de chatbots como ChatGPT [7][8] para atender diversas solicitudes, entre otros. Pero a pesar del auge de soluciones tecnológicas en educación, es notorio que existen carencias en el ámbito de las matemáticas, específicamente en recursos centrados en conceptos esenciales como productos notables y leyes de exponentes. Aunque hay herramientas como calculadoras especializadas, su falta de respaldo en IA limita su capacidad para proporcionar retroalimentación personalizada y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes [9].

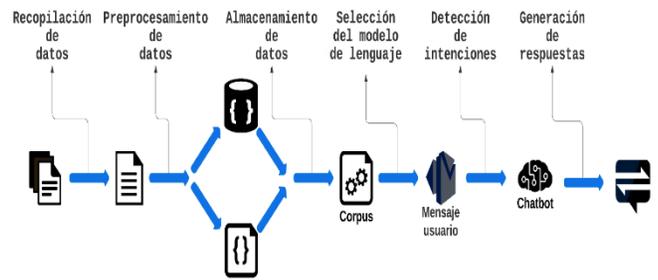
El escaso desarrollo de herramientas enfocadas en soluciones educativas específicas resalta la necesidad de crear sistemas educativos dirigidos en fortalecer estos fundamentos matemáticos cruciales mediante la integración de la IA para ofrecer un aprendizaje más adaptativo y personalizado.

2. CONTENIDO

2.1. Metodología

Para presentar la funcionalidad de este chatbot, se puede observar el proceso detallado por etapas en el diagrama que se muestra en la Figura 1.

Fig. 1. Diagrama de secuencia para la creación del chatbot.



Fuente: Elaboración propia

2.2. Recopilación de datos

Para abastecer al chatbot con términos matemáticos, preguntas, ejercicios relacionados con productos notables y leyes de los exponentes, llevamos a cabo una investigación en libros de referencia como: “Álgebra de Baldor” [10], “Álgebra Rubiños” [11] y en materiales de internet como: “Álgebra” [12].

En cuanto a los problemas incluidos en el examen, algunos de ellos fueron tomados de los libros mencionados previamente, mientras que otros fueron creados por nosotros.

2.3. Limpieza y Preprocesamiento de Datos

Durante la fase de limpieza y procesamiento de datos, una de las tareas fundamentales consistió en la adaptación de todos los ejercicios y sus respectivas respuestas al formato LaTeX. Esta medida se implementó con el objetivo de asegurar que los cálculos matemáticos se presentaran de manera óptima en nuestra plataforma web, evitando así problemas potenciales de renderizado.

Un ejemplo de modificación la podemos observar en la tabla 1.

Tabla 1. Ejemplo de texto plano a adaptación LaTeX.

Ejemplo de modificación de texto plano a adaptación LaTeX		
Ejemplo	Formato Texto	Formato Latex
Pregunta	Encuentra la solución de $(1/3x - 12)^3$	Encuentra la solución de $\left(\frac{1}{3}x - 12\right)^3$

Respuesta	Al elevar al cubo el binomio $(\frac{1}{3}x - 12)^3$ obtenemos: $x^3/27 - 4x^2 + 144x - 1728$ Para resolver el ejercicio tenemos que aplicar una ley de los exponentes conocida como resta de binomios al cubo o cubo de una diferencia...	Al elevar al cubo el binomio $(\frac{1}{3}x - 12)^3$ obtenemos: $\frac{x^3}{27} - 4x^2 + 144x - 1728$ Para resolver el ejercicio tenemos que aplicar una ley de los exponentes conocida como resta de binomios al cubo o cubo de una diferencia...
-----------	--	--

Fuente: Elaboración Propia.

2.4. Almacenamiento de los datos

La información sobre conceptos matemáticos, las preguntas relacionadas con ejercicios matemáticos y sus respectivas respuestas se almacenan en un archivo JSON con dos propiedades o atributos. Uno de estos atributos se denomina "Intenciones", que hace referencia a la acción o el propósito que un usuario tiene al enviar un mensaje o hacer una pregunta al chatbot. En otras palabras, hemos definido diferentes intenciones en el chatbot, y dentro de cada intención, hemos incluido un conjunto de preguntas pertinentes.

El segundo atributo se refiere a las "respuestas", las cuales están vinculadas a cada intención del usuario. En otras palabras, estas respuestas se seleccionan en función de la intención detectada y a la que están asociadas. En la Figura 2, se muestra un fragmento que ilustra la estructura del archivo JSON.

Fig. 2. Documento en formato json de las intenciones y respuesta de las que se alimenta el chatbot.

```
{
  "intenciones": {
    "productoN binomio termino no comun": [
      "¿Como se representa el producto de dos binomios que no tienen un término común?"
    ],
  },
  "respuestas": {
    "productoN binomio termino no comun": "En los productos notables la representación en formula de lo que son productos con ningún termino en común se ve de la siguiente manera:  $(a + b)(x + y)$  esta formula puede ser comprobada realizando el producto termino a termino lo que resulta en:  $(a + b)(x + y) = ax + ay + bx + by$  y como podemos observar no hay ningún termino común en toda la suma de los terminos",
  }
}
```

Fuente: Elaboración propia

No obstante, el archivo JSON solo se destina al uso del chatbot, por lo que también se ha implementado el almacenamiento en una base de datos no relacional y en la nube, específicamente en Firebase [13], para preservar las preguntas, las opciones y las respuestas correctas, es decir, todo lo relacionado para crear el examen. La estructura de los datos implica que, para cada documento, se almacena la pregunta en formato de cadena de texto, se almacenan las opciones en un arreglo de tamaño cuatro, también en formato

de cadena de texto, y se registra la opción correcta como un número entero.

Se puede examinar esta estructura en detalle en la Figura 3.

Fig. 3. Estructura de los datos almacenados en firebase en formato latex para crear el examen.

```
opcion-correcta: 1
opciones:
  0: "$$-8x^3 - 60x^2 - 150x + 125$$"
  1: "$$8x^3 - 60x^2 + 150x - 125$$"
  2: "$$-8x^3 - 20x^2 - 125$$"
  3: "$$8x^3 - 20x^2 + 125$$"
pregunta: "Desarrolla la expresión  $(2x - 5)^3$ "
```

Fuente: Elaboración propia

2.4. Chatbot

El chatbot, desarrollado en el framework Django, emplea una función especializada en procesamiento de lenguaje natural como parte de su enfoque de inteligencia artificial. Su objetivo principal es comprender las intenciones de los estudiantes y ofrecer respuestas coherentes.

En su funcionamiento, el método inicialmente importa los módulos necesarios y configura la ruta al archivo de corpus, que contiene ejemplos de preguntas y respuestas utilizadas por el chatbot para comprender y responder a las intenciones de los estudiantes, tal como se muestra en la Figura 2.

2.5. Selección del modelo del lenguaje

El chatbot hace uso de Spacy, una biblioteca de procesamiento de lenguaje natural versátil y poderosa ampliamente utilizada en aplicaciones de procesamiento de texto y análisis de lenguaje natural en Python. [14][15].

Esta biblioteca carga un modelo de lenguaje en español conocido como "es_core_news_md" [15], lo que dota a la función de la capacidad de analizar texto en lenguaje natural y determinar similitudes semánticas entre las preguntas de los estudiantes y los ejemplos almacenados

2.6. Detección de Intenciones

El proceso de análisis de las preguntas de los estudiantes se realiza empleando un modelo de lenguaje que identifica la intención más apropiada.

Este análisis se basa en el uso de la similitud coseno, una técnica que compara los vectores de palabras de la pregunta del estudiante con los vectores representativos de las intenciones almacenadas en el corpus mencionado. La similitud coseno se emplea para evaluar cuán similares son estas representaciones vectoriales de palabras entre sí, lo que permite determinar qué tan cercana es la pregunta del estudiante a las intenciones predefinidas en el sistema. Este proceso es fundamental para clasificar la intención más adecuada y así poder presentar una respuesta adecuada a la intención detectada. El proceso en más detalle se desglosa en las siguientes etapas:

2.7. Tokenización y Procesamiento de Texto

En el proceso de tokenización y procesamiento de texto, nos apoyamos en Spacy, una herramienta de procesamiento de lenguaje natural. Comenzamos dividiendo cada frase en "tokens", unidades básicas que pueden ser palabras o signos de puntuación. Por ejemplo, en la pregunta "¿Cómo se representa el producto de dos binomios que no tiene un término en común?", los tokens incluirían palabras individuales y signos de puntuación.

Después de la división en tokens, realizamos operaciones de procesamiento para limpiar el texto. Esto implica eliminar palabras comunes, también conocidas como "palabras vacías", que no contribuyen significativamente al sentido de la pregunta. En el ejemplo, palabras como "se", "el", "de" se considerarían palabras vacías y se eliminarían para centrarnos en las palabras clave esenciales.

Además, realizamos un análisis más profundo de cada palabra. Por ejemplo, para la palabra "representa", identificamos su forma base, "representar". Similar a la lematización, este proceso nos ayuda a comprender mejor el mensaje original y su significado en el contexto. Este enfoque detallado mejora la interpretación de las preguntas, permitiéndonos proporcionar respuestas más precisas al considerar tanto las palabras individuales como su contexto y significado original.

2.8. Representación Vectorial

Con la tokenización del texto y la lematización, damos un paso crucial para que la computadora comprenda las palabras. Cada palabra (o token) en nuestras frases se convierte en un conjunto especial de números llamado "vector de características". Pensemos esto como una especie de huella digital numérica única para cada palabra.

Para crear esta huella digital numérica, nuestro modelo de lenguaje preentrenado "es_core_news_md", que ya ha aprendido mucho sobre las palabras en español, asigna valores numéricos a cada palabra en función de su significado y cómo se relaciona con otras palabras. Es como si cada palabra tuviera su propia firma numérica, por ejemplo, si tenemos la palabra "producto", su vector de características captura su esencia y cómo se conecta con otras palabras. Este proceso es fundamental para que la computadora pueda entender el significado de las palabras y cómo se relacionan entre sí en nuestras frases.

En resumen, la Representación Vectorial es como traducir palabras a un idioma que la computadora comprende fácilmente. Así, cuando interactuamos con preguntas, el sistema no ve simplemente palabras, ve estas firmas numéricas que representan el significado, permitiendo la identificación de intenciones más precisas.

2.9. Cálculo de Similitud

Después de convertir las preguntas en grupos de palabras clave, entramos en el cálculo de la similitud coseno. [16] Pensemos en esto como un método para medir cuánto se

parecen dos mensajes. Es como comparar las palabras importantes que se usan en la pregunta del usuario con las que ya conoce el sistema en ejemplos de preguntas similares. Detrás del código, en realidad, lo que está sucediendo es un proceso matemático calculado con la ecuación 1.

$$\text{Similitud} = \frac{\vec{u} \cdot \vec{v}}{|\vec{u}| |\vec{v}|} \quad [1]$$

Donde \vec{u} es la representación vectorial de la pregunta del usuario y \vec{v} es la representación vectorial de cada una de las preguntas ya conocidas por el sistema. El código está realizando el producto punto $\vec{u} \cdot \vec{v}$, contando cuántas palabras clave comparten. Luego, divide esto por el producto de las longitudes de los vectores $|\vec{u}| |\vec{v}|$, ajustando la similitud según cuántas palabras tiene cada conjunto.

Este proceso de cálculo de similitud coseno, tras bambalinas, nos proporciona un número entre -1 y 1. Si es cercano a 1, significa que la pregunta del usuario es muy similar a las preguntas ya conocidas. Cuanto más cercano a -1, más diferente es. Esta evaluación numérica nos ayuda a entender cuán parecida es la pregunta hecha por el usuario a lo que ya sabemos, permitiendo que el sistema determine la intención detrás de la pregunta de manera eficiente.

2.10. Detención de intención y respuesta

Después de calcular la similitud entre la intención del usuario y las preguntas almacenadas en la base de datos del sistema, el chatbot se sumerge en la tarea crucial de detectar con precisión la intención del usuario. Esta etapa es fundamental para proporcionar respuestas coherentes y pertinentes. El proceso comienza comparando todos los valores de similitud coseno calculados. El objetivo es identificar el valor más alto de similitud. Una vez que obtenemos este valor, el chatbot realiza una consulta a su corpus, que contiene preguntas previamente registradas junto con sus respuestas asociadas. Este enfoque permite al chatbot seleccionar la respuesta más relevante para la intención detectada del usuario.

En situaciones donde la similitud coseno no logra identificar claramente una intención, esto puede ocurrir en casos de baja similitud global, preguntas ambiguas, o situaciones donde la pregunta del usuario abarca múltiples intenciones. Además, si la base de datos de preguntas almacenadas no cubre adecuadamente la diversidad de posibles preguntas de los usuarios, el chatbot podría no encontrar una correspondencia cercana. Ante estas circunstancias, el sistema proporciona una respuesta predeterminada, como "Lamento, no puedo comprender tu pregunta". Este enfoque busca mantener la interactividad del sistema y ofrecer una experiencia coherente al usuario.

2.11. Uso de Caché para Optimización

El chatbot emplea la caché para almacenar temporalmente intenciones y respuestas, mejorando así la velocidad de respuesta sin tener que cargar el archivo de corpus en cada solicitud. Este enfoque es fundamental en un chatbot educativo, permitiendo una comprensión y respuestas más

coherentes para los estudiantes. El uso de NLP, a través de bibliotecas como Spacy, asegura una comprensión más profunda del lenguaje humano y mejora la experiencia de aprendizaje de los usuarios.

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

En esta sección, evaluamos la efectividad de nuestro sistema de chatbot para la detección de intenciones relacionadas con productos notables y leyes de exponentes. La prueba a la que se sometió el chatbot, fue la realización de veinte exámenes, cada uno compuesto por un conjunto de diez preguntas específicas.

Antes de examinar los resultados, es importante comprender como calculamos la precisión de detección. La precisión de detección es una métrica que evaluamos para medir la capacidad de nuestro sistema de chatbot para identificar correctamente las intenciones de los usuarios. La fórmula utilizada para calcular la precisión de detección se deriva del número de intenciones correctamente detectadas (NICD) en comparación con el total de preguntas (TP) en una prueba. La fórmula se puede apreciar en la ecuación 2.

$$Precision\ de\ Detección\ (PD) = \frac{NICD}{TP} \times 100 \quad [2]$$

Ya que conocemos la fórmula para calcular la de precisión de detección que tiene el chatbot, presentamos los resultados detallados en la tabla 2

Tabla 2. Resultados de las pruebas de detección de intenciones.

Realización de Pruebas de Detección de Intenciones			
N.º de prueba	N.º de Intenciones	NCDI	PD (%)
1	10	9	90%
2	10	9	90%
3	10	10	100%
4	10	9	90%
5	10	9	90%
6	10	9	90%
7	10	9	90%
8	10	8	80%
9	10	9	90%
10	10	10	100%
11	10	9	90%
12	10	9	90%
13	10	9	90%
14	10	9	90%
15	10	9	90%
16	10	9	90%
17	10	10	100%
18	10	10	100%
19	10	8	80%
20	10	10	100%
Efectividad Total:			91.5%

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados muestran un rendimiento consistente en la mayoría de las pruebas, con una precisión del 90% en la detección de intenciones. Algunas pruebas, identificadas por los números 3, 10, 17, y 20, demostraron una eficacia del 100%, indicando una detección perfecta en esos casos específicos. Sin embargo, las pruebas número 8 y 20 presentaron una precisión del 80%, señalando que tanto la detección como la respuesta dada por el chatbot

Para la efectividad total, calculamos el promedio de las precisiones de todas las pruebas, obteniendo un resultado del 91.5%, lo que sugiere un rendimiento general sólido en la detección de intenciones, proporcionando una base positiva para el chatbot.

3.1. Comparación con otras herramientas

En nuestra búsqueda de evaluar la efectividad y precisión de nuestro sistema de (NLP) en la detección de intenciones relacionadas con productos notables y leyes de exponentes, decidimos comparar los resultados obtenidos con otras herramientas prominentes en el campo. En este contexto, seleccionamos a Rasa Open Source, y Botpress, como nuestras herramientas de comparación.

Para la comparación entre herramientas, evaluamos tres aspectos que consideramos relevantes como lo fue: el número de intenciones correctamente detectadas, el tiempo promedio de respuesta (TPR), y la precisión de detección.

Tabla 3. Resultados de la comparación con otras herramientas.

Comparación de Herramienta				
N.º de pruebas	Sistema	NCDI	TPR (segundos)	PD (%)
20	Chatbot	182 de 200	9 s	91%
20	Rasa	177 de 200	5 s	88.5%
20	Botpress	180 de 200	6 s	90%

Fuente: Elaboración Propia

Tras evaluar nuestro Chatbot personalizado en comparación con Rasa Open Source y Botpress, observamos que nuestro sistema alcanzó la mayor precisión con un 91%, superando ligeramente a Botpress (90%) y a Rasa (88.5%). Aunque Rasa destacó por su eficiencia con un tiempo de respuesta promedio de 5 segundos, nuestro Chatbot (9 segundos) y Botpress (6 segundos) mantuvieron un rendimiento aceptable.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La automatización en la creación de exámenes ha demostrado ser un recurso eficiente para los educadores al evaluar los conocimientos de los estudiantes en temas específicos como productos notables y leyes de exponentes. Esta herramienta promete a los profesores ahorrar tiempo significativo al generar preguntas y pruebas de manera eficiente, liberándolos de la labor manual en la creación de material de evaluación. Esta aceleración en la generación de exámenes ha sido fundamental para que los educadores se centren más en

el aspecto pedagógico y en la enseñanza directa, maximizando su labor docente.

La implementación de la automatización en la evaluación de exámenes promueve la imparcialidad y equidad en la evaluación de los estudiantes. Es crucial destacar que, aunque la automatización agiliza este proceso, no sustituye la experiencia y juicio del educador. La participación del docente sigue siendo esencial en la creación del contenido educativo y en la entrega efectiva de la enseñanza. Asimismo, se enfatiza la importancia de la ética en la utilización de sistemas automáticos de evaluación para prevenir casos de fraude académico y salvaguardar la integridad del proceso educativo.

La retroalimentación precisa es un elemento clave en la mejora del aprendizaje y la evaluación. Este chatbot ha modificado la experiencia de los usuarios al proporcionar respuestas eficientes, elevando la satisfacción y eficacia en el uso del sistema. Con un 91.5% de precisión en la correcta detección de las intenciones de los usuarios en pruebas individuales con sus preguntas y un 91% de efectividad en comparación con otros sistemas, se confirma un alto grado de exactitud en la identificación de intenciones. Esto asegura que las respuestas a los usuarios son proporcionadas con precisión en la gran mayoría de sus preguntas.

Pero a pesar este gran porcentaje obtenido, se reconoce que existen oportunidades para mejorar el sistema. Sugiriendo que el chatbot emplee otro tipo de técnicas y algoritmos que lo equipen con más características de uso como podría ser: redes neuronales y aprendizaje automático [17] para que el chatbot reciba retroalimentación sobre la calidad de la información que da y este mejore dicha información.

El chatbot, actualmente está enfocado en productos notables y leyes de exponentes, pero presenta un gran potencial para expandirse a diferentes dominios académicos, convirtiéndose en un recurso que podría ser de apoyo para estudiantes en múltiples áreas de estudio.

5. REFERENCIAS

[1] William Oswaldo Aparicio Gómez, (2023), “La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI”, Revista internacional de pedagogía e innovación educativa, Vol. 3, No. 2, pp. 1-13.

[2] Carina S. Gonzales Gonzales, (2023), “El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación: Transformación de la forma de enseñar y aprender”, Revista Currículum, vol. 36, pp. 51-60, <https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.03>.

[3] Vincent Lancrin, S. and R. van der Vlies (2020), "Trustworthy artificial intelligence (AI) in education: Promises and challenges", OECD Education Working Papers, No. 218, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a6c90fa9-en>.

[4] UNESCO, (2021) “La Inteligencia Artificial en la Educación”, recuperado el 02 de noviembre de 2023, de <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/inteligencia-artificial>

[5] Aymane Ezzaim, Fouad Kharroubi, Aziz Dahbi, Abdelhak Aqqal, Abdelfatteh Haidine, (2022), “Artificial intelligence in

education - State of the art”, International Journal of Computer Engineering and Data Science, Vol. 2, pp. 1-11.

[6] Diego Alejandro Jiménez Daza, (2019), “Herramientas digitales para la enseñanza de las matemáticas en la educación básica”, recuperado el 2 de noviembre del 2023, de

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/c3880d08-528b-40cb-823b-6571c73b8132/content>

[7] Rously Eddyah Atencio González, Diego Esteban Bonilla Ron, Marco Vinicio Miles Flores, Saúl Álvaro López Zavala, (2023), “Chat GPT como Recurso para el Aprendizaje del Pensamiento Crítico en Estudiantes Universitarios”, Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología, Vol. IX. N°17.

[8] UNESCO, (2023), “ChatGPT e Inteligencia Artificial en la educación”, recuperado el 01 de marzo de 2024, de https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2023/04/ChatGPT-e-Inteligencia-Artificial-en-la-educacio%CC%81n-superior-Gui%CC%81a-de-inicio-ra%CC%81pido_FINAL_ESP.pdf

[9] María quintero, Juan Jerez, (2019), “Las TIC para la Enseñanza de la Matemática en Educación”, Revista RECITIUTM, Vol. 6, No. 1, pp. 20-36.

[10] Aurelio Baldor, (2022), “Álgebra de Baldor Nueva edición”, segunda edición, Grupo editorial patria, ISBN 9708170003, 578 p.

[11] Luis Rubiños Torres, (2023), Álgebra Rubiños, Editorial Rubiños, 1600 p.

[12] Aristófanés Madrigal Uc, (2021) “Álgebra”, recuperado el 2 de noviembre de 2023, de https://www.cecycampeche.edu.mx/BibliotecaVirtual/Hiperlibros_Ago_2021/Algebra.pdf.

[13] Diego Baltazar Chicaiza Palate, (2020), “Desarrollo de una aplicación híbrida E-commerce para la gestión de ventas de la empresa - Calzado Anabel”, Tesis de grado, ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos, Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, Ambato – Ecuador.

[14] Baciero Fernández, José Ignacio, (2020), “Elaboración de un Modelo de Reconocimiento de Entidades Nominales (NER) para su uso en aplicaciones de Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP)”, recuperado el 01 de marzo de 2024, de https://oa.upm.es/62858/1/TFG_JOSE_IGNACIO_BACIERO_FERNANDEZ.pdf.

[15] Miguel Ángel Medina Ramírez, (2020) “Inteligencia Artificial aplicada a la ley de protección de datos”, recuperado el 01 de marzo de 2023, de https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/77901/2/0771912_00000_0000.pdf.

[16] Redacción KeepCoding, (2024), “Similitud entre vectores o cosine similarity”, recuperado el 02 de marzo de 2024, de <https://keepcoding.io/blog/similitud-entre-vectores-o-cosine-similarity/>

[17] Alba Centeno Franco, (2019), “Diseño e Implementación de Redes Neuronales de Aprendizaje Profundo para Clasificación y Análisis de Movimientos Corporales Capturados Mediante Dispositivos Vestibles”,

Tesis de grado, ingeniería en telecomunicación, Universidad de Valladolid, Valladolid – España.