www.komputersapiens.org

KOMPUTER SAPIENS

Revista de Divulgación de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial

Año 16
Volumen 2
Mayo - Ago 2024

MINERÍA DE DATOS PARA ANALIZAR RESULTADOS DE **MATEMÁTICAS**

INTELIGENCIA ARTIFICIAL **EXPLICABLE**

IA PARA CREAR **PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN**

ChatGPT: ¿UNA BENDICIÓN O UNA MALDICIÓN PARA LA EDUCACIÓN EN MÉXICO?

IA GENERATIVA PARA **FOMENTAR LA LECTURA**

EVALUANDO LA **ATENCIÓN DE ESTUDIANTES** CON IA

ChatGPT COMO HERRAMIENTA EN LA **EDUCACIÓN**

ABUSO Y APROVECHAMIENTO DE LA IA EN LA EDUCACIÓN

APRENDIZAJE PARTICIPATIVO CON ChatGPT

LA **COMPUTACIÓN AFECTIVA** EN LA EDUCACIÓN

Message ChatGPT...

ISSN 2007-0691
9 772007 069007

©Komputer Sapiens, Año XVI Volumen II, mayo-agosto 2024, es una publicación cuatrimestral de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial, A.C., con domicilio en Ezequiel Montes 56 s/n, Fracc. los Pilares, Metepec, Edo. de México, C.P. 52159, México, http://www.komputersapiens.org, correo electrónico: editorial@komputersapiens.org, tel. +52 (833)357.48.20 ext. 3024, fax +52 (833) 215.85.44. Impresa por Sistemas y Diseños de México S.A. de C.V., calle Aragón No. 190, colonia Álamos, delegación Benito Juárez, México D.F., C.P. 03400, México, se terminó de editar el 30 de abril de 2024.
Reserva de derechos al uso exclusivo número 04-2009-111110040200-102 otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. ISSN 2007-0691.
Los artículos y columnas firmados son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial. La mención de empresas o productos específicos en las páginas de Komputer Sapiens no implica su respaldo por la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial.
Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio, de la información aquí contenida sin autorización por escrito de los editores.
Komputer Sapiens es una revista de divulgación en idioma español de temas relacionados con la inteligencia artificial.
Creada en LaTeX, con la clase **papertex** disponible en el repositorio *CTAN*: Comprehensive TeX Archive Network, http://www.ctan.org/
Indizada en el IRMDCT de CONACYT y en Latindex.

Directorio SMIA

Presidenta	María Lourdes Martínez Villaseñor
Vicepresidenta	Hiram Eredín Ponce Espinosa
Secretario	Roberto Antonio Vázquez Espinosa de los Monteros
Tesorero	Gilberto Ochoa Ruiz
Vocales:	Gustavo Arroyo Figueroa
	Noé Alejandro Castro Sánchez
	Hugo Jair Escalante Balderas
	Sofia Natalia Galicia Haro
	Antonio Marín Hernández
	Bella Citlali Martínez Seis
	Iris Iddaly Méndez Gurrola
	Leobardo Morales Tiburcio
	César Jesús Núñez Prado
	Iván Alejandro Olvera Rodríguez
	Obdulia Pichardo Lagunas
	David Eduardo Pinto Avendaño
	Victor Josué Ruiz Martínez

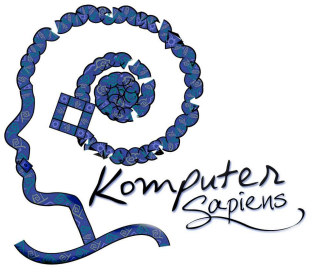
Komputer Sapiens

Directora general	María Lourdes Martínez Villaseñor
Editora en jefe	Karina Mariela Figueroa Mora
Editor científico	Héctor Gabriel Acosta Mesa
Editores asociados	Marco Antonio Aguirre Lam
	Laura Cruz Reyes
Editores invitados	Ramón Zatarain Cabada
	María Lucia Barrón Estrada
Coordinadora de producción	Viridiana Mena Gómez
e-Tlakuilo	Karina Figueroa
	Rosa María Valdovinos
Estado del IArte	Reyna Carolina Medina Ramírez
	Jorge Rafael Gutiérrez Pulido
Sakbe	Claudia G. Gómez Santillán
	Laura Cruz Reyes
	Laura Gómez Cruz
IA & Educación	María Yasmín Hernández Pérez
	María Lucía Barrón Estrada
	J. Julieta Noguez Monroy
Deskubriendo Konocimiento	Alejandro Guerra Hernández
	Gildardo Sánchez Ante
Corrección de estilo	Gilberto Rivera Zárate
	Guillermo de Jesús Hoyos Rivera
	Héctor Joaquín Fraire Huacuja
	Leonardo Romero Muñoz
	Luis Miguel García Velázquez
	Marcela Quiroz Castellanos
	Nelson Rangel Valdez
	Sonia Lilia Mestizo Gutíerrez
	Susana Aurora Velasco Montiel
	María Fernanda Hernández Arroyo

Directores Fundadores
Carlos Alberto Reyes García
Ángel Kuri Morales

Comité Editorial
Ildar Batyrshin
Oscar Herrera Alcántara
Jesús Favela Vara
Sofía Natalia Galicia Haro
Miguel González Mendoza
Raúl Monroy Borja
Eduardo F. Morales Manzanares
Leonardo Garrido Luna
Carlos Alberto Reyes García
Antonio Sánchez Aguilar
Luis Enrique Sucar Succar
Ángel Kuri Morales
José A. Martínez Flores
Juan Manuel Ahuactzin Larios
Manuel Montes y Gómez
Ofelia Cervantes Villagómez
Alexander Gelbukh
Grigori Sidorov
Laura Cruz Reyes
Ramon Brena Pinero
Juan Humberto Sossa Azuela
Félix Castro

Árbitros
Adriana Laura López-Lobato
Aldo Márquez-Grajales
Aldo Uriarte Portillo
Angel Leonel Ortiz Herrera
Carlos A. Reyes García
Carlos Alberto Lara Álvarez
Efrén Mezura Montes
Giner Alor Hernández
Gloria E. Peralta Peñuñuri
Guillermo Hoyos-Rivera
Héctor Acosta Meza
Héctor Cárdenas-López
Héctor Rodríguez Rangel
Hugo a. Mitre Hernández
Isidro Vargas Moreno
Jesús Miguel García-Gorrostieta
José Luis Llaguno Roque
José Luis Reyes
Karina M. Figueroa Mora
Lourdes Martínez Villaseñor
Luis Alberto Morales Rosales
María Lucia Barrón Estrada
Maritza Bustos
Nancy Pérez-Castro
Néstor Leyva López
Rafael Morales Gamboa
Ramón Zatarain Cabada
Raúl Oramas Bustillos
Rocío Barrientos Martínez
Samuel González López
Víctor Manuel Bátiz Beltrán



Contenido

La computación afectiva en la educación
Pág. 7 ⇒Ramón Zatarain Cabada y Maria Lucia Barrón Estrada

Abuso y aprovechamiento de la inteligencia artificial en la enseñanza y el aprendizaje
Pág. 12 ⇒ Mauricio Priego Montero, Diego Oliva, Itzel Aranguren, Arturo Valdivia Gonzalez, Oscar Ramos-Soto, Angel Casas y Marco Perez-Cisneros

Aprendizaje participativo con ChatGPT: una nueva era de interacción, evaluación y retroalimentación
Pág. 18 ⇒ Cesar Camacho-Bello, Alma López-Hernández, Lucia Gutiérrez-Lazcano y José Hernández-Reyes

Chat GPT: ¿Una bendición o una maldición para la educación en México?
Pág. 25 ⇒ Eduardo H. Haro, Nayeli Areli Pérez Padilla y Omar Avalos

Incorporación de ChatGPT como herramienta para la enseñanza de Ciencias Básicas
Pág. 30 ⇒ Elena Elsa Bricio Barrios, Santiago Arceo Díaz y Flabio Darío Mirelez Delgado

Fomentando la lectura y la imaginación en cuentos infantiles con Inteligencia Artificial Generativa
Pág. 36 ⇒ Nayeli Joaquinita Meléndez Acosta, Edmundo Bonilla Huerta, José Federico Ramírez Cruz y Yesenia N. González

Procesamiento de lenguaje natural para crear protocolos de proyectos de investigación de machine learning
Pág. 42 ⇒ César Primero-Huerta y Eddy Sánchez-De la Cruz

Uso del Aprendizaje Automático para Evaluar la Atención en los Estudiantes
Pág. 47 ⇒ Ricardo H. Merlos-Garcia, Yesenia Nohemí González Meneses, Blanca Estela Pedroza Méndez y Elizabeth Cuatecontzi Cuahutle

Explicabilidad y los Métodos de la Inteligencia Artificial Explicable
Pág. 52 ⇒ Humberto de Jesús Ochoa Domínguez

Uso del Algoritmo K-medias para el Análisis de Resultados de Matemáticas en la Prueba Planea 2017
Pág. 57 ⇒ Israel Gutiérrez González, Doricela Gutiérrez Cruz, Octavio Juárez Barrera, Carmen Liliana Rodríguez Páez y Ricardo Rico Molina

Columnas

Sapiens Piensa. Editorial pág. 2

e-Tlakuilo pág. 4

Estado del IArte pág. 5

Sakbe pág. 6

IA & Educación pág. 62

Deskubriendo Konocimiento pág. 64

Sapiens Piensa

María Lucia Barrón Estrada y Ramón Zatarain Cabada

La inteligencia artificial (IA) influye actualmente en una amplia gama de actividades que desarrollamos cotidianamente en nuestra vida. El impacto de la IA se percibe en el incremento de procedimientos y actividades del comercio y la industria donde se implementaron nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia general. Por otra parte, en el ámbito educativo la IA tiene el poder de cambiar completamente el escenario para los estudiantes al incorporar módulos inteligentes a los sistemas educativos que permitan brindar una instrucción más individualizada, una evaluación adaptativa, un seguimiento del aprendizaje y un manejo emocional, entre otros. Las nuevas tecnologías de software y hardware, que con frecuencia se incorporan al escenario educativo, permiten producir mejores resultados durante el proceso de aprendizaje del estudiante. Un ejemplo de ello es la IA generativa, cuyo producto más icónico e importante en la actualidad es el ChatGPT, que ofrece la posibilidad de producir texto, imágenes u otros medios en respuesta a comandos del usuario, produciendo cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las instituciones educativas.

Áreas tradicionales de la IA como el procesamiento de lenguaje natural, el aprendizaje máquina o la computación afectiva, siguen activamente en desarrollo y se utilizan para generar nuevas herramientas de software que permiten mejorar las formas de enseñar a nuestros niños y jóvenes en las escuelas.

En este número de Komputer Sapiens, se presentan 10 artículos que abordan temas relacionados a las técnicas de IA aplicadas en la Educación entre las que se encuentran: Explicabilidad, Aprendizaje Automático, Minería de Datos, IA Generativa o de Computación Afectiva. Los artículos fueron seleccionados cuidadosamente por el consejo editorial designado a partir de dos o tres evaluaciones realizadas por las personas del Comité Técnico, conformado por expertos del área. Las personas que realizaron la revisión de cada trabajo examinaron aspectos como el tema a abordar (IA en Educación), la relevancia, la calidad de la exposición del tema, la legibilidad y el enfoque a la divulgación.

En el trabajo **Compu-Educación: un nuevo paradigma educativo**, los autores describen los cambios que surgen en estudiantes que están inmersos en ambientes de aprendizaje basados en la experiencia interactiva, donde los estímulos visuales y auditivos son un medio para mejorar el aprendizaje en el aula; para ello, presentan en su trabajo ejemplos de la evolución desde las enciclopedias digitales, los foros de discusión, los asistentes digitales hasta llegar a los chatbox en donde el ChatGPT es el caso más representativo.

Los autores de **Procesamiento de Lenguaje Natural para crear protocolos de proyectos de investigación de Aprendizaje Máquina** proponen un framework capaz de generar un protocolo de investigación, a partir de la información proporcionada por los usuarios. Esta herramienta fue implementada combinando aprendizaje máquina, ingeniería de software y una plantilla de procesamiento del lenguaje natural. Durante las pruebas los resultados fueron en su mayoría aceptables y sin errores ortográficos ni gramaticales, lo que muestra su utilidad para el propósito con el que fue creado.

Por otra parte, en el artículo Chat **GPT: ¿Una bendición o una maldición para la educación en México?** sus autores responden a la importante pregunta ¿qué pasará cuando ChatGPT incursione de forma masiva en la educación? Para ello, argumentan que "En realidad ya lo están haciendo, aunque en etapas tempranas, pero es cuestión de tiempo para que su uso se extienda por todo México, así que, en lugar de seguir tendencias alarmistas o negativas tratemos de analizar los beneficios y problemas de ChatGPT en la educación mexicana científicamente antes de sacar conclusiones". Discutiendo después las oportunidades que ChatGPT ofrece a la educación en el mundo y particularmente en México. Por otra parte, también discuten sobre los peligros de un mal uso de ChatGPT en la educación, finalizando con una discusión acerca de la educación en México junto con acciones tempranas o consecuencias duraderas.

En su trabajo **Uso del Aprendizaje Automático para evaluar la atención en los estudiantes**, el autor inicia con una breve discusión de conceptos relacionados al aprendizaje máquina presentando a su vez un ejemplo de un perro al que se le quiere enseñar a reconocer diferentes tipos de objetos. Por otra parte, también presenta una recopilación de investigaciones donde han desarrollado diferentes técnicas para lograr obtener el nivel de atención de los alumnos, concluyendo que el aprendizaje máquina puede combinarse con áreas como las matemáticas, el inglés, la interacción entre humanos y robots o los entornos de realidad virtual.

En la creciente área de IA Generativa se presenta también **Fomentando la lectura y la imaginación en cuentos infantiles con Inteligencia Artificial Generativa** en donde se discute un nuevo modelo para la creación de novedosas versiones de libros infantiles digitales de acceso libre. Para ello, los autores presentan una metodología de 6 etapas para la creación de los cuentos. Para las pruebas se usaron los famosos libros titulados "El principito" y "El patito feo" y se realizó un estudio con un enfoque cuantitativo y cualitativo de las respues-

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

tas de 31 niños de entre 5 y 9 años de una primaria del estado de Oaxaca, para seleccionar imágenes originales o imágenes generadas estilo ilustración y anime.

Otro trabajo relacionado con la IA Generativa es **Incorporación de ChatGPT como herramienta para la enseñanza de Ciencias Básicas**. En este artículo los autores describen los enormes desafíos que se presentaron en la educación durante la pandemia de COVID. En este trabajo presentan la propuesta desarrollada durante el semestre agosto-diciembre de 2023, con la colaboración de estudiantes de diversas carreras del Instituto Tecnológico de Colima que cursaban las asignaturas de Cálculo Vectorial, Métodos Numéricos y Programación, en las que estuvieron usando la herramienta ChatGPT. Al finalizar los temas se realizó un foro de discusión, donde abordaron la experiencia del estudiantado que participó en el estudio.

En **Análisis de resultados en Matemáticas de la Prueba Planea 2017 mediante algoritmos de Minería de Datos**, los autores presentan una investigación donde aplicaron el algoritmo K-Means para analizar patrones de comportamiento sobre los grupos en los que se divide a un conjunto de datos. Utilizaron los resultados de estudiantes en México derivados de la aplicación de la prueba PLANEA 2017 en el área de Matemáticas. Al final de su trabajo, los autores presentan relevantes discusiones de los hallazgos encontrados en los resultados.

Los autores de **Abuso y aprovechamiento de la Inteligencia Artificial en la enseñanza y el aprendizaje** discuten el abuso y aprovechamiento de la IA en el ámbito educativo, con una orientación a las principales tendencias de implementación de esta tecnología. Por otra parte, también se presentan los riesgos asociados, como la posibilidad de generar contenido sesgado o basado en información falsa, lo que subraya la necesidad de abordar los contenidos con un enfoque crítico y responsable. Por último, se menciona la dualidad de oportunidades y desafíos que la IA presenta en la educación.

Siguiendo con temas de IA Generativa aplicada a la educación, en **Aprendizaje participativo con ChatGPT: una nueva era de interacción, evaluación y retroalimentación** los autores analizan el uso de ChatGPT comparándolo con métodos educativos convencionales, buscando entender cómo los estudiantes se adaptan e interactúan con esta modalidad. En los resultados se demuestra que el uso de ChatGPT apoyado con guías docentes fue más efectivo y que los estudiantes lo prefieren por sobre la clase tradicional. El estudio concluye que ChatGPT mejora el proceso educativo, ya que ofrece un método más interactivo y personalizado.

Por último, los autores de **La Computación Afectiva en la educación** nos presentan inicialmente como la computación afectiva se ha integrado a la educación a través de los tradicionales sistemas tutores inteligentes y los ambientes de aprendizaje inteligentes. Después, el trabajo aborda las diferentes modalidades (rostro, voz, texto, etc.) que se utilizan para reconocer afecto en una persona, para posteriormente ejemplificar la integración del reconocimiento de emociones (rostro), de sentimientos (texto) y de personalidad (texto) en ambientes de aprendizaje afectivo.✷

SOBRE LOS AUTORES



María Lucia Barón Estrada es Profesora-Investigadora del TecNM-Instituto Tecnológico de Culiacán desde 1985 y su trabajo de investigación se centra en el desarrollo de tecnologías computacionales inteligentes aplicadas a la educación. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos, Academia Mexicana de Computación y la Red temática de Inteligencia Computacional Aplicada (REDICA).



Ramón Zatarain Cabada es Doctor en Ciencias de la Computación por el Florida Tech, es Profesor-Investigador en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del TecNM-Instituto Tecnológico de Culiacán, una de sus líneas de investigación es computación afectiva aplicada a la educación. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT) y la Academia Mexicana de Computación..

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

e-Tlakuilo: Cartas de nuestros lectores

Karina Figueroa y Rosa María Valdovinos
etlakuilo@komputersapiens.org

En *Komputer Sapiens* nos hemos esforzado por estar "a sólo un click de distancia" a través de diferentes medios como Facebook, Twitter y correo electrónico. Les presentamos algunas de las preguntas que hemos recibido a través de estos medios.

Descifrando Emociones: Clasificación de la Soledad en Diabéticos usando Auto-Machine Learning.

Pregunta: María Itzel Correa Correa.

¿Sería factible recolectar datos sobre el estilo de vida, entorno, relaciones interpersonales y antecedentes familiares del paciente para tener un panorama más amplio en cuanto a las posibles causas de que se detonen los sentimientos de soledad?

En este artículo trabajamos con una base de datos de cuatro años de historias clínicas; la información que contiene va desde datos sociodemográficas hasta intento de suicidio, pasando por información médica sanguínea, consumo de drogas, tratamiento, Morinssy-Green, entre otras. Consideramos que es amplio nuestro espectro de variables, pero concordamos que sí es factible y estamos abiertos a la idea de incorporar más "datos sobre el estilo de vida, entorno, relaciones interpersonales y antecedentes familiares del paciente", para ampliar el contexto.

Ajedrez computacional: ¿Cómo la inteligencia artificial se convirtió en la campeona del mundo?

Pregunta: Juan Manuel González Tapia.

Se menciona el surgimiento de Alpha Zero como nuevo programa que logró vencer en tiempo record a los mejores algoritmos sin embargo actualmente Stockfish retomó el primer lugar ¿Cree que el futuro de los mejores programas de ajedrez recaiga en sistemas de redes neuronales o sistemas heurísticos o incluso híbridos tendrán la mayor longevidad? ¿En un futuro considera que el ajedrez podría resolverse a través de mejores algoritmos y avances tecnológicos en procesamiento y memoria o es demasiado grande como para pensarlo? ¿Existen puntos ciegos en algoritmos heurísticos que no tomen en cuenta ciertos modos de juego más erráticos o poco convencionales?

Creo que el sistema tradicional aprende de los avances y descubrimientos del sistema basado en redes neuronales. Por ejemplo, actualmente se conocen cuales son las 3 mejores defensas de las piezas negras y sus razones gracias a Alphazero. No hay que perder de vista de donde viene el conocimiento. En el caso de Alphazero, viene de la experiencia propia de juego. En el caso de stockfish viene de conocimiento humano y fuerza bruta computacional. Yo creo que ambos sistemas continuarán creciendo con el tiempo.

Hasta ahora hay dos posturas sobre el ajedrez. Una es que jugando de manera perfecta, siempre gana el blanco. La justificación es que ambos bandos tienen igualdad inicial pero las blancas comienzan el juego. Esa pequeña ventaja puede ser suficiente para ganar, o en otro caso podría ser insuficiente y entonces siempre serían tablas. Si dejáramos una computadora o personas anotando todos los posibles movimientos desde la posición inicial, algún día (muy remoto ciertamente) se podría completar todo el juego. Sin embargo, lo más importante es que aun en ese caso el ajedrez humano seguiría siendo un juego interesante, así como lo siguen siendo las competencias de correr o nadar a pesar que ya hay autos o barcos que son más rápidos que los humanos.

Sí los hay pues usualmente en ajedrez no hay únicamente un mejor movimiento siempre. Un ejemplo claro se puede apreciar en los estilos de grandes maestros. Los hay tácticos que juegan buscando una posición favorable y los hay agresivos que buscan sacrificios y ventaja dinámica. Un estilo no es mejor que otro, solo son distintos. Un programa que juegue más táctico no es mejor o peor que otro que juegue agresivo, solo son caminos o sesgos distintos. Vale la pena ver este video con un ejemplo concreto: `https://www.youtube.com/watch?v=-oDYTyxkf3I`.



© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Estado del IArte

Jorge Rafael Gutiérrez Pulido (@jrgpulido) y Reyna Carolina Medina Ramírez
estadoiarte@komputersapiens.org

La eclosión de la inteligencia artificial en el mundo educativo

Según el informe sobre educación de calidad de la UNESCO [1]. La pandemia generó pérdidas de aprendizaje en 4 de cada 5 países de los 104 estudiados. Del 2015 al 2021, la tasa de finalización de la enseñanza primaria y secundaria aumentó, pero a un ritmo lento y desigual. Los países de ingresos bajos y medios-bajos se enfrentan a un déficit de financiación anual de casi 100k millones de dólares para alcanzar sus metas de enseñanza. Estos datos motivan a reflexionar y proponer estrategias que permitan cambiarlos, es decir, por parte de los gobiernos convertir a la educación en una prioridad nacional con programas gratuitos, obligatorios y abiertos a la transformación digital. Por otra parte, las instituciones educativas requieren tanto adaptar su infraestructura a las diversas modalidades de enseñanza-aprendizaje, como aumentar el número de profesores capacitados en modalidades presenciales, híbridas, así como virtuales. Sobre el último punto, el potencial que tiene la inteligencia artificial (IA) en educación abarca un abanico de metodologías, aplicaciones y tecnologías que se retroalimentan unas a otras. Estas pueden contribuir a personalizar el aprendizaje y a crear sistemas educativos inclusivos, equitativos y de calidad, promoviendo así, oportunidades de aprendizaje.

En educación superior[2] se aplican técnicas como el aprendizaje automático y el procesamiento de lenguaje natural para la curación de contenidos educativos digitales, la automatización de tareas repetitivas (evaluaciones), la predicción de patrones en el desempeño académico, el análisis de datos que permiten identificar y recomendar recursos educativos acordes a los objetivos de aprendizaje (curso, alumnado) para mejorar tanto la toma de decisiones, como la personalización de contenidos educativos. Como ejemplos de aplicaciones tenemos a los sistemas tutores inteligentes y a los entornos personalizados de aprendizaje. Los cuales adaptan los procesos, actividades y materiales educativos a las necesidades, características y ritmos particulares de aprendizaje de cada estudiante para favorecer un aprendizaje significativo. Por el lado del profesorado, estos sistemas favorecen la planificación de lecciones como la evaluación del progreso del alumnado. Se ha logrado un gran avance de la IA en educación, para evidenciar y medir de manera rigurosa el impacto que tiene la IA en el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la resolución creativa de problemas y experiencias de aprendizaje significativas (metacognición).

La robótica es una de las áreas que ha incorporado la IA para impulsar el desarrollo de robots inteligentes y cada vez más autónomos[3]. A continuación mencionamos un par de proyectos de robótica que incorporan IA en el ámbito de la educación. **AInstein** es un proyecto educativo creado por estudiantes de secundaria de Chipre, que con la ayuda de ChatGPT, permite mejorar la experiencia educativa en las aulas ya que interactúa con estudiantes y profesores de forma amigable, cuenta chistes, ofrece asesoramiento sobre cómo enfocar la enseñanza. Con respecto a su apariencia es con cuerpo del hombre Michelin y su pantalla simula un rostro humano. Este proyecto demuestra que los estudiantes pueden interactuar con la tecnología de manera colaborativa y que el empleo de robots en las aulas tiene un importante beneficio educativo. **PALM-E** es un robot desarrollado por Google con IA programada con lenguaje visual multimodal. Se caracteriza por contar con parámetros de visión y lenguaje automatizado. Dispone de capacidades de razonamiento, que le permite analizar las secuencias de información visual y sonora que recibe. El objetivo de este robot es incorporarse en contextos cotidianos como puede ser el sector industrial o la automatización del hogar.

Finalmente, podemos decir que el empleo de la Inteligencia Artificial en educación es disruptivo, sin embargo, los aspectos éticos deben seguir siendo una prioridad para los países que favorecen la eclosión de la inteligencia artificial no solo en el mundo educativo, sino en el desarrollo de tecnología subyacente. Una reflexión al respecto es abordada de manera coloquial en un documental denominado *Cuando los titanes chocan* producido recientemente por the History2 channel, en el cual se mencionan las razones históricas y contemporáneas que dieron vida al conflicto de poder entre Estados Unidos y China, conflicto que está en un momento crucial: la rivalidad tecnológica. China es un lugar en donde se puede experimentar con la IA con mínimas o nulas restricciones éticas, así como obtener insumos a bajo costo para desarrollar tecnología que raya en los límites de la ética [4].✷

[1] https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education
[2] https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3488
[3] https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/5-robots-inteligencia-artificial-mas-avanzada
[4] https://www.youtube.com/watch?v=YLPLty78oaQ

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Sakbe

Laura Cruz Reyes, **Claudia Guadalupe Gómez Santillán** y **Laura Gómez Cruz**
sakbe@komputersapiens.org

Tendencias de IA en la educación

La proliferación de herramientas de inteligencia artificial (IA) generativa ha generado una transformación significativa en el ámbito educativo, presentando un conjunto diverso de oportunidades y desafíos. En esta columna, exploraremos dos de las tendencias emergentes de la IA que se vislumbran como catalizadoras para la revolución en el proceso educativo.

https://www.uoc.edu/es/news/2024/003-seis-casos-uso-IA-aulas-educacion-2024

Avatares multilingües ⇒ Los cursos en línea con avatares de inteligencia artificial ofrecen tasas de finalización más altas que los cursos tradicionales, gracias a la experiencia de aprendizaje personalizada que permite a los profesores transformar sus conferencias en videos sin cámaras ni grabaciones, simplemente escribiendo el texto para que los avatares lo demuestren en el video. "HeyGen" destaca al permitir a los profesores transformar conferencias en videos con avatares, y su función "Talking Photo."agrega emoción al hacer hablar a figuras históricas como Albert Einstein, aportando más emoción al contenido educativo. "Synthesia", su competencia, cuenta con una mayor cantidad de idiomas disponibles, además que la creación de un avatar personalizado incluye el emparejamiento de la voz real del profesor y la añadidura de microgestos. Ambos servicios son excelentes, y la elección depende de las necesidades y presupuesto del usuario. HeyGen es ideal para funciones básicas gratuitas, mientras que Synthesia ofrece características avanzadas como generación en tiempo real y múltiples avatares.

https://www.synthesia.io/ | https://www.heygen.com/ | https://www.geeky-gadgets.com/heygen-vs-synthesia/

Generación de material educativo ⇒ La última tendencia implica la generación de materiales educativos de diversas formas, optimizando la materialización. Esto incluye apoyo en la estructuración, concepción y elaboración de infografías, la creación de presentaciones de diapositivas mediante herramientas como SlidesAI o Tome. En cuanto al diseño, Tome tiene un fondo oscuro y efectos vibrantes, mientras que SlidesAI tiene un aspecto más sencillo pero pulido. En cuanto al cuerpo del texto, Tome puede volverse demasiado extenso y menos preciso, mientras que SlidesAI ofrece una comprensión más profunda y razonable del cuerpo del texto. En términos de usabilidad, Tome tiene su propio sitio web para generar diapositivas, mientras que SlidesAI se integra con Google Slides, lo que lo convierte en un producto destacado.

https://slidesai.io/es | https://tome.app/ | linkedin.com/pulse/which-ai-presentation-maker-better-tome-vs-slidesai-bratin-das

En conclusión, la IA ha entrado de manera significativa en el ámbito educativo, presentando beneficios palpables y explorando áreas prometedoras como la emergencia de interfaces de programación de aplicaciones enfocadas en la educación, la incorporación de la generación de imágenes en estudios artísticos, y, especialmente, la necesidad de regular la dependencia en la IA y mitigar cualquier posible impacto en el pensamiento crítico.✷

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

La Computación Afectiva en la Educación

Ramón Zatarain Cabada y María Lucia Barrón Estrada

La computación afectiva intenta lograr que las computadoras interactúen con las personas de forma más natural utilizando técnicas y algoritmos de inteligencia artificial que son capaces de reconocer y manejar la parte afectiva de un individuo.

Con los avances recientes de las tecnologías no intrusivas para detectar expresiones emocionales, sentimentales y de personalidad, se ha generado mucho interés en el desarrollo de sistemas personalizados aplicados en diversas áreas del quehacer humano. Por ejemplo, en el ámbito educativo, los Ambientes de Aprendizaje Inteligente (AAI) y los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) son herramientas didácticas que determinan la secuenciación y presentación de contenidos en función del desempeño de los estudiantes [1], pero cuando estos sistemas consideran también los estados afectivos (emociones, sentimientos o personalidad) se vuelven más completos y precisos para la adaptación de contenidos. A este tipo de aplicaciones se les conoce como Sistemas Tutores Afectivos (STA) [2].

Modalidades de Reconocimiento de Afecto

Los estados afectivos son representados a través de reacciones fisiológicas del ser humano. Los datos derivados de tales reacciones constituyen la principal fuente de información para el reconocimiento del afecto. Estos datos pueden provenir de diferentes fuentes, llamadas modalidades. Las modalidades más utilizadas para caracterizar los estados afectivos son las siguientes:

- Imágenes. Comprende información visual que captura expresiones faciales, gestos y cualquier otro aspecto relevante de una escena.
- Audio. Se asocia comúnmente con señales de voz, con el objetivo de capturar patrones de voz de humanos.
- Texto. El texto escrito o transcrito se analiza para determinar el estado emocional que denota.
- Señales fisiológicas. Las señales generadas a partir de electroencefalogramas (EEG), o electrocardiogramas (ECG) pueden relacionarse efectivamente con estados afectivos.
- Basado en el comportamiento. Se utilizan patrones de comportamiento, por ejemplo, uso del teléfono móvil, tipo de sitios web frecuentados por un usuario, etc.

Una única modalidad por sí sola, rara vez es capaz de capturar suficiente información del usuario o del entorno para construir un modelo computacional de afecto preciso. Por lo tanto, cuando se trata de un problema de computación afectiva es común tener disponible una combinación de señales o fuentes de información, a esto se le conoce como Computación Afectiva Multimodal.

Ambientes de Aprendizaje Afectivo (AAA)

Un ambiente de aprendizaje promueve diferentes actividades que apoyan la enseñanza y un STI tiene como objetivo proporcionar tutorías que complementen el aprendizaje. Este servicio se ofrece adaptándose a las necesidades de aprendizaje de cada alumno. Para realizar esta tarea, los STI utilizan modelos de enseñanza, de aprendizaje, de comunicación, de dominio (conocimiento de expertos) y de comprensión de este dominio por parte de los estudiantes. Según la arquitectura definida por Woolf [3], estos modelos suelen organizarse en cuatro módulos diferentes:

- Módulo de dominio: Contiene el conocimiento experto, es decir, la información categorizada de cada una de las partes del tema, así como las estrategias para la evaluación, el modelo de relación enseñanza-aprendizaje y la metodología de enseñanza.
- Módulo del tutor: Define los modelos del aprendizaje y enseñanza, es decir, coordina la información del modelo del dominio con la presentación de la información haciendo uso de las estrategias pedagógicas.
- Módulo del estudiante: Modela al estudiante y representa su estado cognitivo, registra su evolución conforme avanza el proceso de aprendizaje.
- Módulo de interfaz: Es el encargado de permitir y registrar las interacciones entre el alumno y el STI.

Un Ambiente Inteligente de Aprendizaje (AIA) es la combinación de un ambiente de aprendizaje y un STI. Cuando un AIA incluye información de los estados afectivos del estudiante se convierte en un Ambiente de Aprendizaje Afectivo (AAA) [4] [5].

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Las computadoras pueden percibir las emociones de las pesonas a través de diferentes señales.

Reconocimiento de Emociones en Rostro

El rostro es un medio muy natural para expresar afecto y es comúnmente utilizado para el reconocimiento de emociones. Ekman [10] definió el modelo de las emociones básicas o universales el cual define seis emociones: felicidad, tristeza, miedo, disgusto, ira y sorpresa (ver Figura 1).



Figura 1. Figura 1. Emociones Básicas. Imagen tomada de `https://lalabumapp.com/`.

Este modelo, se ha usado como base para crear muchos conjuntos de datos y aplicaciones. Sin embargo, Pekrun establece que en entornos educativos son más importantes las emociones académicas como el compromiso y el orgullo, la confusión o el aburrimiento [6].

Desarrollar un sistema inteligente que reconozca o clasifique emociones en rostro para ser usado en un ambiente de aprendizaje requiere en general de cuatro pasos. A continuación, se describen estos 4 pasos en el desarrollo de un ambiente de aprendizaje afectivo para el lenguaje Java [7].

1. **Creación de un dataset:** La creación del conjunto de datos de emociones en rostro, se realizó implementando un método de captura de señales cerebrales de estudiantes que realizaron dos actividades planificadas. La primera actividad implicó tareas de codificación de programas, mientras que la segunda actividad era una tarea pasiva donde los participantes observaran vídeos. A todos los estudiantes se les colocó una diadema electroencefalográfica Emotiv para registrar su estado afectivo durante la actividad. En la sesión de programación, se usó una aplicación de software que describía el problema que el estudiante debía resolver a través de un programa. Durante la sesión, la diadema Emotiv capturaba los datos sobre los estados emocionales de los estudiantes y la aplicación de software tomaba fotografías de sus rostros. Todos los datos generados durante la sesión se guardaron localmente para su posterior procesamiento e inclusión en el conjunto de datos. El mismo proceso se repitió para estudiantes en la segunda actividad solo que en esta ellos observaban videos. La Figura 2 presenta el proceso de creación del dataset.

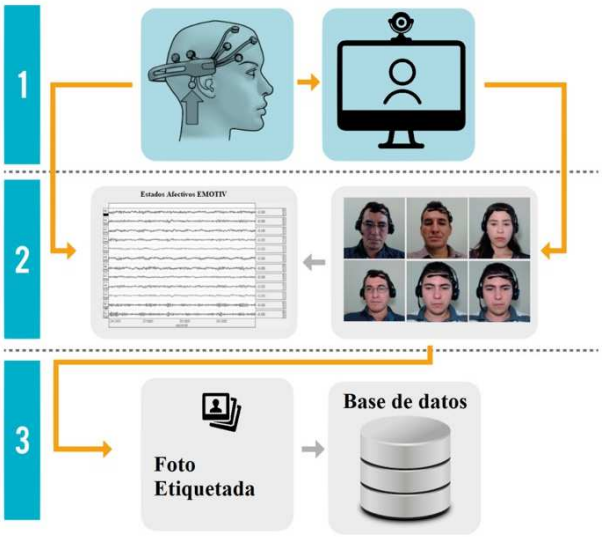


Figura 2. Creación del Dataset.

2. **Creación del modelo para clasificar:** El segundo paso es crear el clasificador o reconocedor de emociones. Para esta actividad se realizaron pruebas con varios modelos de aprendizaje máquina y se eligió un modelo de red neuronal convolucionada por ser el que obtuvo los mejores resultados en la clasificación de imágenes.

3. **Entrenamiento y validación del modelo (clasificador):** El entrenamiento del modelo de red neuronal permitió que la red aprendiera a clasificar los diferentes estados emocionales, accediendo a una parte de los registros del dataset, con rostros capturados con la cámara y etiquetados con la emoción. Una vez que el modelo fue entrenado, este es probado con otra parte diferente del dataset,

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

esperando que el clasificador obtenga precisiones mayores de 90 %. De cada 10 rostros reconoce correctamente las emociones en 9.

4. **Integración del clasificador o reconocedor al ambiente de aprendizaje:** el módulo reconocedor de emociones se integra al ambiente de aprendizaje generando así un AAA. La Figura 3 muestra una interfaz del AAA DinoBlock.

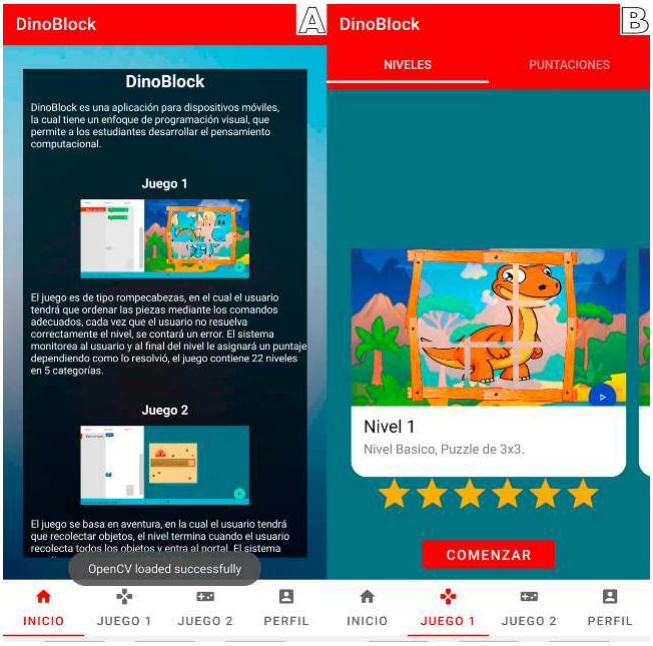


Figura 3.. Interfaz de aplicación *DinoBlock*.

Dinoblock es una aplicación para desarrollar habilidades de programación que cuenta con un módulo afectivo para reconocer emociones utilizando imágenes del rostro que se captan dinámicamente cuando el usuario usa la aplicación. Este sistema considera las variables cognitivas como los errores cometidos por el estudiante y el tiempo empleado para finalizar su programa, y también la variable afectiva relacionada con su estado emocional para definir la complejidad del ejercicio que debe resolver próximamente.

Reconocimiento de Sentimientos en Texto

El análisis de sentimientos es un área del procesamiento del lenguaje natural que permite determinar los sentimientos de una persona sobre un tema, producto o servicio específico y busca clasificar un texto en función de su sentimiento, que puede ser positivo, negativo o neutral. Existen dos técnicas principales para clasificar automáticamente los sentimientos: los basados en diccionarios o léxicos y los basados en técnicas de aprendizaje máquina que siguen un enfoque similar al de reconocimiento de emociones en rostro. También es posible considerar un enfoque híbrido que hace uso de estos dos enfoques. A continuación, se describen los pasos en el desarrollo de un sistema que realiza análisis de sentimientos en AAA para aprendizaje de lenguajes de programación [8].

1. **Creación de un corpus o dataset:** Para la construcción del corpus se extrajeron datos de la red social Twitter (ahora llamada X), obteniendo frases menores a 250 caracteres. En el proceso de extracción se filtraron tweets que contenían palabras clave como 'programador', 'desarrollador', 'profesor', 'profesora', 'estudiante', 'Java', 'Python', entre otras. La Tabla 1 muestra algunas frases contenidas en el corpus y la etiqueta asignada.

2. **Preprocesamiento de las frases del corpus:** En esta etapa se limpiaron las frases para su uso posterior; se eliminan signos de puntuación, guiones, caracteres no alfanuméricos que para los modelos de aprendizaje máquina son irrelevantes. El preprocesamiento ayuda a mejorar en la mayoría de los casos el rendimiento del análisis de sentimientos.

3. **Creación, entrenamiento y validación del modelo para clasificar sentimientos:** Las tareas son similares a las mencionadas en el reconocimiento de emociones con rostros, con algunas diferencias importantes. Cuando se trabaja con texto las mejores alternativas son las redes neuronales LSTM (Long-Short Term Memory) y actualmente los Transformadores que se usan en aplicaciones modernas como el ChatGPT. El modelo seleccionado fue entrenado con una parte del corpus de tweets.

4. **Integración del clasificador o reconocedor a un ambiente de aprendizaje:** El modelo fue integrado al AAA Java Sensei que es un entorno virtual para aprender Java [8]. El sistema cuenta con lecciones y ejercicios y al finalizar cada uno de estos, solicita al usuario su opinión. Ésta se envía al módulo de análisis de sentimientos para determinar su polaridad (positiva o negativa). La opinión y su polaridad se almacenan en un conjunto de datos de opiniones para su posterior evaluación por parte de profesores y administradores del curso.

Tabla 1. Subconjunto del corpus.

Etiqueta	Opinión
negativo	me aburren esas definiciones
positivo	Excelente, muy buena la explicación, gracias :)
positivo	se hace entender, muy bien, muy agradable el ambiente como maneja la presentación
negativo	deficiencias en la lectura de la presentadora.
positivo	es el mejor maestro de lenguaje java que he tenido
negativo	batalle demasiado con el código y al querer poner ciclo while

Reconocimiento de Personalidad en Texto

La personalidad es un conjunto de rasgos que determinan la forma en que una persona actúa o toma decisiones. Estos rasgos son aspectos tales como emociones, sentimientos y patrones característicos de actitudes y pensamientos. Tradicionalmente se usan pruebas estandarizadas para reconocer la personalidad de una persona. El reconocimiento automático de la personalidad ha adquirido gran importancia en los últimos años. Existen métodos que utilizan textos a partir de transcripciones de voz o textos escritos por personas para determinar si un individuo tiene un determinado rasgo de personalidad. Estos métodos se basan principalmente en algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo.

Los modelos más comunes utilizados actualmente para el reconocimiento de la personalidad y basados en pruebas escritas son el modelo Myers-Briggs Type Indicator que es un marco de personalidad y el modelo de los cinco grandes rasgos de personalidad [9]. Este último es el modelo más popular y aceptado por la comunidad científica. En este modelo están representados los cinco rasgos principales de la personalidad: apertura a la experiencia, responsabilidad, extroversión, amabilidad y neuroticismo (ver Figura 4).



Figura 4. Modelo de personalidad de los 5 grandes.

Estos 5 rasgos se pueden considerar para determinar cómo se deben presentar los contenidos en un AAA. A continuación, se describen los pasos para crear un tutor inteligente que presenta los contenidos de aprendizaje de acuerdo con los rasgos de personalidad y el estilo de aprendizaje de un estudiante.

1. **Creación de dataset.** Se desarrolló una aplicación para capturar videos de individuos y etiquetar los rasgos de personalidad con las respuestas del examen estándar de personalidad IPIP aplicado a cada individuo. De cada video se extrae la voz y se convierte a texto. Cada texto de cada individuo se etiqueta con su resultado del examen estándar de personalidad IPIP.

2. **Preprocesamiento de las frases del corpus:** Esta tarea se realiza antes del entrenamiento de los modelos de clasificación y se define como el proceso de limpieza de las frases para para su uso posterior.

3. **Creación, entrenamiento y validación del modelo para clasificar personalidad:** en esta tercera etapa se probaron varios modelos de clasificación de personalidad con base en texto como son los modelos LSTM y BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers).

4. **Integración del clasificador o reconocedor al ambiente de aprendizaje afectivo:** El AAA Aprende Fracciones es un entorno virtual para aprender a realizar operaciones aritméticas con fracciones el cual adapta la presentación de los ejercicios de acuerdo con la personalidad del estudiante. La Figura 5 muestra la interfaz gráfica que presenta al estudiante un ejercicio en dos diferentes estilos de aprendizaje: verbal y visual. El estilo de aprendizaje se selecciona de acuerdo con los rasgos de personalidad reconocidos por el clasificador que forma parte del AAA.

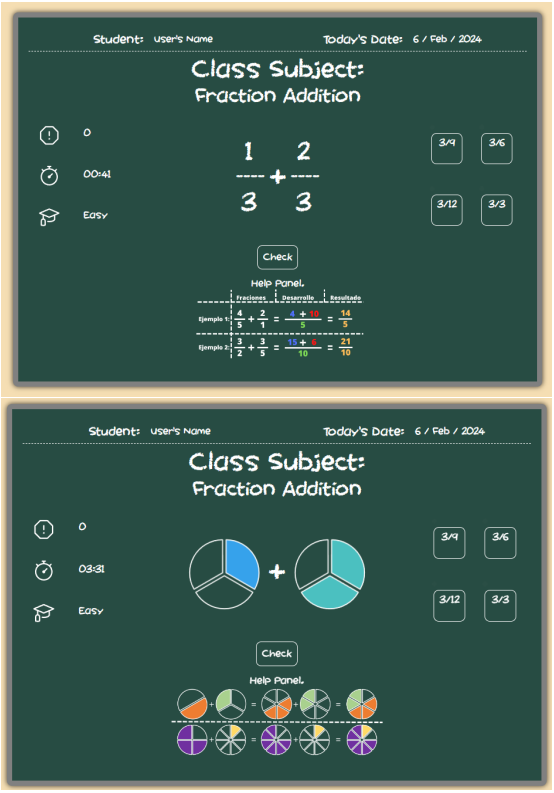


Figura 5. Ejercicios de *Aprende Fracciones*.

Conclusiones

La computación afectiva busca definir e interpretar las relaciones de modelos y algoritmos con emociones, sentimientos y personalidad del comportamiento humano y aún se encuentra en una etapa temprana. Por un lado, los psicólogos al hacer su aplicación carecen del contexto computacional que les permita entender las diferentes maneras en el que la máquina funciona. Por otro lado, los expertos en computación carecen de la comprensión del comportamiento humano y todas las posibles variables involucradas en él, lo cual, hace complejo aplicar los modelos computacionales a casos de uso reales.

Por otra parte, se ha demostrado que el estado afectivo de un estudiante juega un papel muy importante en sus niveles de aprendizaje [6]. Por este motivo, durante los últimos años, los ambientes de aprendizaje están considerando cada vez más las emociones, los sentimientos y la personalidad de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. En este trabajo se presentaron tres ejemplos de la incorporación de módulos para reconocer emociones, sentimientos y personalidad en ambientes de aprendizaje que fueron probados con estudiantes.

Una de las futuras direcciones de este campo de la inteligencia artificial incluye el trazado de un camino hacia un modelo unificado de reconocimiento de emociones y sentimientos basado en el sesgo de la personalidad para su aplicación en AAA. La relevancia de este trabajo radica en su potencial para mejorar la personalización y eficacia de la enseñanza a través de la tutoría inteligente, llenando un vacío crítico en la investigación existente y ofreciendo una base sólida para futuras investigaciones en este campo emergente.✷

REFERENCIAS

1. Nedungadi, P. y Remya, M. S. (2015). Incorporating forgetting in the Personalized, Clustered, Bayesian Knowledge Tracing (PC-BKT) model. *Proceedings - 2015 International Conference on Cognitive Computing and Information Processing*, CCIP 2015.
2. Mao, X. y Li, Z. (2010). Agent based affective tutoring systems: A pilot study. *Computers and Education*, 55(1), 202–208.
3. Woolf, B. P. (2010). Building Intelligent Interactive Tutors Student-centered strategies for revolutionizing e-learning. En *Morgan Kaufmann. Morgan Kaufmann Publishers.*
4. Bosch, N., D'Mello, S., Baker, R., Ocumpaugh, J., Shute, V., Ventura, M., Wang, L. y Zhao, W. (2015). Automatic Detection of Learning-Centered Affective States in the Wild. En ACM (Ed.), *Proceedings of the 20th International Conference on Intelligent User Interfaces - IUI '15*, 379–388.
5. Zatarain-Cabada, R., Barrón-Estrada, M. L., González-Hernández, F. y Oramas-Bustillos, R. (2015). An affective learning environment for Java. En *Proceedings - IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies: Advanced Technologies for Supporting Open Access to Formal and Informal Learning, ICALT 2015*, 350–354.
6. Pekrun, R. (2016). Academic emotions. En *Handbook of motivation at school*, 2nd ed., 120–144.
7. Zatarain Cabada, R., Barrón Estrada, M. L., González Hernández, F., Oramas Bustillos, R. y Reyes-García, C. A. (2018). An affective and Web 3.0-based learning environment for a programming language. *Telematics and Informatics*, 35 (3), 611-628.
8. Barrón Estrada, M. L., Zatarain Cabada, R., Oramas Bustillos, R. y Graff, M. (2020). Opinion mining and emotion recognition applied to learning environments. *Expert Systems with Applications*, 150, 113265.
9. Goldberg, L. R. (1992). The Development of Markers for the Big-Five Factor Structure. *Psychological Assessment*, 4(1), 26–42.
10. Ekman, P. (1972). Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. En *J. Cole (ed.), Nebraska Symposium on Motivation 1971*. University of Nebraska.

SOBRE LOS AUTORES



María Lucia Barón Estrada es Profesora-Investigadora del TecNM-Instituto Tecnológico de Culiacán desde 1985 y su trabajo de investigación se centra en el desarrollo de tecnologías computacionales inteligentes aplicadas a la educación. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos, Academia Mexicana de Computación y la Red temática de Inteligencia Computacional Aplicada (REDICA).



Ramón Zatarain Cabada es Doctor en Ciencias de la Computación por el Florida Tech, es Profesor-Investigador en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del TecNM-Instituto Tecnológico de Culiacán, una de sus líneas de investigación es computación afectiva aplicada a la educación. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT) y la Academia Mexicana de Computación.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

Abuso y aprovechamiento de la inteligencia artificial en la enseñanza y el aprendizaje

Mauricio Priego Montero, Diego Oliva, Itzel Aranguren, Arturo Valdivia González, Oscar Ramos-Soto, Angel Casas-Ordaz, y Marco Pérez-Cisneros

Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) busca habilitar a las máquinas para la ejecución de tareas y procesos cognitivos considerados inherentes a la inteligencia humana [1]. La IA nos acompaña desde hace tiempo en los principales avances tecnológicos que nos rodean, desde la conducción asistida en automóviles, hasta la autentificación biométrica en celulalres y los diagnósticos especializados en salud pública. La IA se ha expandido en temas tan diversos como la inclusión financiera, donde fortalece la detección de fraudes y el soporte a clientes [2], o en el combate al calentamiento global, ofreciendo mecanismos para predecir modelos climáticos a partir de la huella de carbono [3].

La introducción de la IA Generativa a través de *Chatbots* especializados en lenguaje y aplicaciones de generación de imágenes dio origen a una IA más tangible y cercana. Por lo anterior, el 2023 será recordado como el año de la disrupción, particularmente por casos como *Dukaan*, una empresa emergente con sede en la India que fue creada para facilitar la digitalización de micros y pequeños negocios, y que reemplazó al 90 % de sus empleados de servicio al cliente por una IA Generativa.

En el ámbito educativo, los antecedentes previos permiten comprender los sentimientos encontrados que existen alrededor de la capacidad y uso de la IA. Por un lado, hay alumnos que utilizan esta tecnología para cumplir con sus tareas sin necesidad de investigar o redactar sus monografías, y por el otro hay quienes investigan cómo aplicar la IA para revolucionar la práctica educativa existente [5]. La IA está creando nuevas oportunidades laborales y, por ello, es importante que los estudiantes cuenten con una preparación que les permita aprovechar las herramientas existentes, enseñándoles las habilidades y conocimientos que necesitan para tener éxito en el nuevo mundo laboral.

Este artículo se presenta un estudio exploratorio que busca sintetizar la literatura reciente que expone los beneficios potenciales de la IA en la enseñanza y el aprendizaje, complementándolo con una exposición de las principales tendencias de la aplicación de la IA en las estrategias de enseñanza y el refuerzo pedagógico, así como su incorporación en los programas educativos.

La Inteligencia Artificial tiene efectos positivos o negativos que dependen de la intención de uso

La emulación de procesos inteligentes y su aplicación en el ámbito académico

Desde su surgimiento, la IA ha buscado emular los procesos del pensamiento y el razonamiento humano mediante el uso de sistemas computacionales. Sin embargo, el espectro de posibilidades para la aplicación de la IA ha crecido exponencialmente, gracias a los avances tecnológicos en otras áreas de investigación como los subcampos de aprendizaje automático (*Machine Learning*), aprendizaje profundo (*Deep Learning*) y las redes neuronales (*Neural Networks*) [6].

El aprendizaje automático se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a las máquinas aprender de datos y mejorar su rendimiento con la experiencia. El aprendizaje profundo y las redes neuronales han demostrado ser efectivas en tareas como el reconocimiento de patrones, el procesamiento de lenguaje natural (*Natural Language Processing*), y la visión por computadora. Otras áreas importantes son, los datos masivos (*Big Data*), los cuales proporcionan una gran cantidad de información que las máquinas pueden utilizar para entrenar y mejorar sus modelos. Adicionalmente, los avances en poder de cómputo también han acelerado significativamente el entrenamiento de modelos de IA.

La capacidad de la IA para sintetizar y automatizar tareas intelectuales la vuelve relevante para cualquier actividad intelectual humana, incluyendo transmisión del conocimiento. En la educación, durante la última década, la IA ha experimentado un gran avance, impactando en diversas aplicaciones; algunas destacadas incluyen la personalización del aprendizaje, la evaluación automatizada, la tutoría inteligente y la detección temprana de problemas de aprendizaje.

Knewton, Duolingo, Smart Sparrow y *Gradescope* son aplicaciones de la IA como plataformas de aprendizaje adaptativo. Es decir, son herramientas de software

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

que ajustan la experiencia de aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante, proveyendo retroalimentación detallada. A pesar de éste gran apoyo que subyace en la IA, existen varios problemas que se deben abordar al momento de implementarla en la educación para buscar una mejora en el proceso de aprendizaje [7].

Inteligencia artificial generativa

La IA Generativa (IAG), es una rama de la IA centrada en la creación de contenido nuevo mediante la implementación de algoritmos y modelos de aprendizaje automático. A diferencia de la IA convencional, enfocada en la resolución de problemas específicos, la IA Generativa tiene la capacidad de generar datos que pueden incluir texto, imágenes, música y más. Su simplicidad de uso, basada en conversación natural, la sitúa al alcance de cualquiera. Un ejemplo de ello es presentado en la Figura 1.

Pero, una duda crucial al momento de hablar de IA Generativa es ¿cómo funciona esta tecnología, y en qué beneficia a la educación? En el ámbito académico, la IA Generativa ha tenido un impacto significativo; han habido avances en la generación de contenido educativo, la creación de materiales de enseñanza personalizados y la adaptación de ejercicios y evaluaciones según las necesidades individuales de los estudiantes. La capacidad de la IA Generativa para generar contenido diverso y de alta calidad también ha sido aprovechada en la creación de recursos didácticos interactivos, como simulaciones y tutoriales [8].

También se ha utilizado para fomentar la creatividad en el aprendizaje. Los estudiantes pueden colaborar con modelos generativos para crear proyectos artísticos, literarios o musicales únicos, basados en la precisión y profundidad de los comandos del usuario (*Prompt Enginering*). Además, se han desarrollado sistemas de retroalimentación generativa que ayudan a los estudiantes a mejorar sus habilidades y comprensión de conceptos.



Figura 1. Imagen generada por IA[1] con el comando 'Fotografía en alta definición que muestra a un alumno aprovechando los beneficios del uso de la inteligencia artificial en la educación, particularmente en la enseñanza y refuerzo del aprendizaje'.

La Inteligencia Artificial impacta en la labor docente y la forma que los estudiantes aprenden

Una de las tecnologías más emblemáticas y utilizadas para el desarrollo de este este campo es la Red Generativa Adversarial (GAN por sus siglas en inglés). Las GAN's consisten en dos redes neuronales: una generadora y una discriminadora (ver Figura 2). La red generadora crea datos de manera que sean lo más realistas posible, mientras que la discriminadora intenta diferenciar entre datos generados y datos reales. A medida que estas dos redes compiten en un proceso de aprendizaje, la generadora mejora continuamente su capacidad para crear datos cada vez más auténticos.

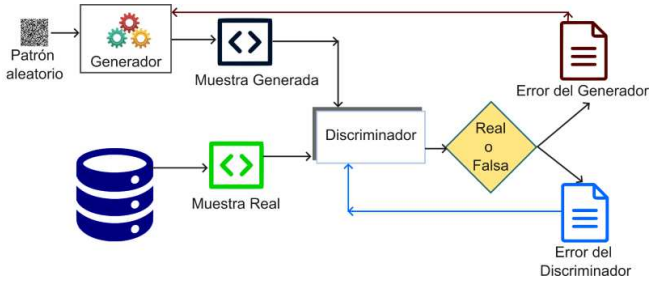


Figura 2. Esquema que describe el proceso general de funcionamiento de una GAN.

Otra herramienta importante es el modelo de apren-

[1] Generada desde el sitio web www.bing.com/images/create/

dizaje automático de difusión estable (*Stable Diffusion*). Este modelo se aplica en la generación de imágenes basadas en modelos de difusión a partir de una solicitud de entrada (*prompt*). Una parte esencial del proceso es distinguir las palabras claves en la solicitud y a partir de esa información destacar la información latente del patrón aleatorio inicial (el cual coincide con su modelo de entrenamiento). Finalmente, es aplicado un proceso iterativo de reducción de ruido, mismo que generará una imagen final con gran afinidad a lo solicitado. Este proceso iterativo se ejemplifica en la Figura 3.

Además de las ventajas y herramientas utilizadas, es importante abordar los desafíos éticos asociados con la IAG en la educación, como preocupaciones sobre la originalidad, el plagio y la privacidad. Otro aspecto negativo del uso de la IAG es la falta de actualización de los datos utilizados para entrenar los modelos, lo que puede afectar la precisión y calidad de los resultados generados.

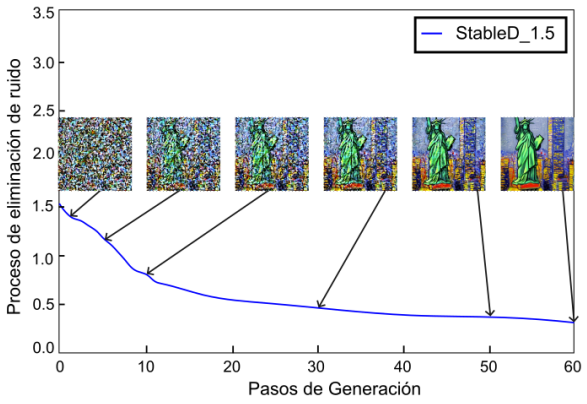


Figura 3. Generación de una imagen partiendo de sólo ruido, mediante el modelo generativo de imágenes Stable Diffusion 1.5.

A su vez, existe el riesgo de que los modelos sean sesgados o discriminatorios si no se implementan correctamente. También existen preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad y la propiedad intelectual, ya que los modelos generativos pueden utilizar datos de terceros sin permiso. Lo anterior muestra la importancia de abordar los desafíos que enfrenta la IAG y asegurarse de que se utilicen de manera responsable.

La incorporación de la IA a los programas educativos

En la actualidad, el uso de aplicaciones de IA enfocadas en la educación está emergiendo de forma acelerada. Esto ha provocado que tanto universidades como profesores expresen su preocupación en torno a la capacidad de la IA para generar contenidos, así como, a cuestiones éticas como la originalidad y el plagio. Sin embargo, el limitar o prohibir estas aplicaciones no resolverá el problema. La IA es una tecnología con potencial para innovar y mejorar los procesos de enseñanza, y su incorporación en los programas educativos debe ser de forma responsable y orientada. Las universidades tienen el compromiso de establecer políticas sobre el uso adecuado de la IA, para reforzar el aprendizaje de los estudiantes y generar una respuesta oportuna frente a la transformación de la educación. Por su parte, los profesores, instituciones y estudiantes deben trabajar juntos para fomentar una cultura de integridad y responsabilidad ética que desaliente el plagio y promueva un aprendizaje legítimo [9].

La integración de herramientas de IA en los programas educativos plantea un desafío significativo para los profesores, ya que estos deben ajustar sus enfoques de evaluación para destacar el pensamiento autónomo y reflexivo, la deducción lógica, la resolución de problemas y la creatividad, en lugar de enfocarse solo en la memorización. Para abordar este desafío, es esencial que el educador tenga un conocimiento basto de las capacidades y debilidades de los entornos basados en IA, para así generar tareas de evaluación que sean confiables y pertinentes. Las tareas propuestas deben ofrecer evidencia clara del progreso y desempeño de los estudiantes, al tiempo que se minimice la posibilidad de un uso deshonesto de contenidos generados por la IA. A su vez, es indispensable que el educador promueva en los estudiantes la actitud de cuestionar, analizar y criticar de manera autónoma los contenidos generados por la IA, en lugar de solo consumir la información de forma pasiva.

En este sentido, los estudiantes deben aprovechar estas herramientas como facilitadores para la generación de ideas, la identificación de soluciones potenciales y la exploración de diferentes perspectivas en temas específicos. Para esto es decisivo que los estudiantes adquieran alfabetización en inteligencia artificial, lo que implica no sólo la habilidad de componer mensajes efectivos, sino también el desarrollo de destrezas para interactuar de manera eficaz con los sistemas de IA. Además, deben cultivar la capacidad de evaluar críticamente los resultados generados por estos sistemas y poseer un entendimiento profundo de las implicaciones éticas, sociales y prácticas asociadas con su uso. A su vez, es esencial que los alumnos desarrollen la competencia para navegar a través de grandes conjuntos de datos, discernir la precisión y relevancia de los contenidos generados, y establecer sus criterios propios de verificación de la información.

Tendencias del uso de la IA en las estrategias de enseñanza y el refuerzo pedagógico

La IA facilita el análisis de datos a gran escala y la inadaptación de los métodos de instrucción y apoyo educativo a las necesidades particulares de los estudiantes. Lo anterior repercute positivamente en la retención de infor-

mación, y, por consiguiente, en la mejora del rendimiento académico.

En los últimos años, se han registrado importantes avances en el desarrollo de aplicaciones de IA para la educación, mismos que están teniendo un impacto favorable en el aprendizaje y refuerzo pedagógico de los estudiantes [10]. A continuación, enlistamos las tendencias más relevantes y su uso dentro y fuera de aula.

- **Identificación de patrones y personalización del aprendizaje**

Con la información suficiente, la IA es capaz de analizar una gran cantidad de datos generados por los estudiantes con el propósito de identificar áreas de mejora en los patrones de aprendizaje. Esto se logra mediante el análisis de variables como el tiempo dedicado a diferentes actividades, las respuestas de los alumnos a preguntas específicas, la interacción con el material didáctico, la velocidad de progreso a través del contenido, la participación en actividades grupales, las preferencias de aprendizaje y otros factores relevantes. El análisis de estos datos proporciona información valiosa que permite a los profesores y a los estudiantes tomar decisiones informadas que contribuyen a optimizar el proceso de enseñanza/aprendizaje.

A manera de ejemplo, analicemos el escenario donde un número considerable de estudiantes responde una pregunta erróneamente. En esta situación, la IA tiene la habilidad de interpretar las variables en juego y dar un panorama específico de los conceptos o información que no están siendo retenidos, de manera que el docente pueda realizar las mejoras específicas a los materiales y métodos relacionados al tema.

Una potencial desventaja es que cuando se confía en gran medida en la IA para la toma de decisiones, existe el riesgo de que los profesores caigan en una pasividad en la evaluación y el diseño de estrategias pedagógicas. No obstante, es crucial considerar que la tutoría basada en IA no sustituirá por completo la interacción personal ni la empatía ofrecida por las tutorías humanas, y que, en primera instancia, presentará limitaciones en la resolución de dudas complejas.

- **Asistentes virtuales**

Los asistentes virtuales son programas informáticos con capacidades para responder a preguntas y proporcionar ayuda en un determinado contexto. Estas herramientas resultan de gran utilidad al ser aplicadas como apoyo al estudiante en la realización de tareas, sobretodo cuando la IA retroalimenta y responde a sus preguntas. El uso de asistentes virtuales representa un auxiliar pedagógico para los estudiantes, principalmente fuera del horario escolar.

El objetivo de estas herramientas es la resolución de inquietudes a través de fuentes de consulta interactivas, brindando a los estudiantes la flexibilidad de recibir asistencia en sus estudios en cualquier momento. En algunas instituciones de México [10], se han implementado auxiliares pedagógicos con enfoque de aprendizaje invertido conforme a las necesidades grupales, es decir, la generación y estructura de los contenidos y repuestas es realizado por personal docente de la institución.

- **Generación y evaluación de textos**

Se han desarrollado herramientas con capacidad de creación y análisis automático de textos escritos a partir de una serie de instrucciones o criterios de análisis. Algunas, como *ChatGPT*, han tenido un auge en su aplicación en el contexto académico. El propósito de estos sistemas es lograr redacciones precisas y mejorar la calidad de la escritura.

En el aula, estas aplicaciones pueden tener un doble propósito: de manera formativa, ayudando a los estudiantes a perfeccionar su escritura antes de la evaluación, o de forma sumativa, ofreciendo una calificación automática de sus trabajos, incluyendo una retroalimentación instantánea sobre exámenes y tareas. Esto no solo ahorra tiempo al docente, sino que también empodera a los estudiantes para aprender de manera más autónoma.

Sin embargo, para lograr una integración efectiva los planes y programas de estudios pueden requerir una revisión significativa de los métodos de enseñanza existentes. Además, los educadores deben adaptarse y desarrollar nuevas estrategias pedagógicas para aprovechar al máximo estas tecnologías.

Conclusiones

La IA es una tecnología revolucionaria que está transformando el ámbito educativo. Por ende, es importante que los estudiantes y docentes no sólo conozcan estas tecnologías, sino que también desarrollen un dominio sobre sus capacidades, permitiéndoles visualizar a fondo el impacto en la sociedad y en sus propias vidas. Más allá de comprender el funcionamiento técnico, se trata de aprovechar las capacidades que ofrece.

Es fundamental utilizar las nuevas herramientas que brinda la IA con ética, sin pretender dejarle todo el trabajo a esta tecnología. Recordando que, al basarse en datos presentes en Internet, donde existe tanta información falsa o inexacta, no se puede confiar ciegamente en las respuestas que nos brinde. Es crucial siempre mantener un pensamiento crítico ante la información y contenido proporcionado por la IA.✷

REFERENCIAS

1. Abbass H. (2021) "Editorial: What is Artificial Intelligence?" *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*. Vol. 2, No. 2, pp. 94-95 https://doi.org/10.1109/TAI.2021.3096243

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

2. Mhlanga, D. (2020) "Industry 4.0 in Finance: The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Digital Financial Inclusion" *Int. J. Financial Stud.* Vol. 8, No. 45. https://doi.org/10.3390/ijfs8030045

3. Dhar, P. (2020) "The carbon impact of artificial intelligence" *Nat Mach Intell.* Vol 2, pp. 423–425 (2020) https://doi.org/10.1038/s42256-020-0219-9

4. Aidoo-anu, D., Owusu Ansah, L. (2023). "Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning" *Journal of AI.* Vol. 7 (1), pp. 52-62 https://dergipark.org.tr/en/pub/jai/issue/77844/1337500

5. Russell, S., y Norvig P. (2010) "Artificial intelligence a modern approach". ISBN-13: 978-0-13-604259-4, 1152 p.

6. González-González, C. (2023). "El impacto de la Inteligencia Artificial en la Educación: transformación de la forma de enseñar y de aprender". http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.12467.60965

7. Lim W., Gunasekara A., Leigh J., Pallant J., Pechenkina E. (2023) "Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators" *The International Journal of Management Education.* Vol. 21, No. 2. https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790.

8. Singh S., et al. (2024) "Transformative effects of ChatGPT on modern education: Emerging Era of AI Chatbots" *Internet of Things and Cyber-Physical Systems.* Vol. 4, pp. 19-23. https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.06.002.

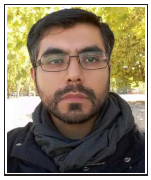
9. Sánchez Vera M. (2023). "La inteligencia artificial como recurso docente: usos y posibilidades para el profesorado". EDUCAR, pp. 1-15. https://doi.org/10.5565/rev/educar.1810

10. Hernández de la Rosa E. (2023) "¿Cómo aplicar Inteligencia Artificial en educación?" *Observatorio del Tecnológico de Monterrey.* Disponible en: https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/inteligencia-artificial-en-educacion/ (Accedido el 4 de noviembre de 2023).

SOBRE LOS AUTORES



Mauricio Priego Obtuvo el grado de Maestro en Tecnologías de la Información por la Universidad Latino en el año 2008. Actualmente es estudiante del Doctorado en Ciencias en Inteligencia Computacional en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería en la Universidad de Guadalajara. Sus intereses de investigación abarcan áreas como visión por computadora, aprendizaje máquina y la aplicación práctica de la Inteligencia Artificial.



Diego Oliva En el año 2015 obtuvo el grado de Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) en España. Actualmente, es Profesor e Investigador adscrito al Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara. Desde el 2019 Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) nivel 1. Sus líneas de investigación son cómputo evolutivo, algoritmos metaheurísticos, procesamiento de imágenes y aprendizaje automático.



Itzel Aranguren Obtuvo el grado de Doctor en Electrónica y Computación por la Universidad de Guadalajara en el año 2022. En la actualidad, es Profesora e Investigadora adscrita al Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) nivel 1 desde el año 2023. Sus intereses de investigación incluyen visión por computadora, procesamiento de imágenes, algoritmos metaheurísticos e inteligencia artificial.



Arturo Valdivia González Obtuvo el grado de Doctor en 2019 enfocando su investigación en diseño de algoritmos metaheurísticos y aplicaciones para la segmentación de imágenes y problemas de energía. Actualmente, es Profesor Investigador del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) nivel 1 desde el año 2020. Sus principales intereses son el diseño de algoritmos metaheurísticos y su aplicación a problemas del mundo real.



Oscar Ramos-Soto Obtuvo el título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por el Instituto Politécnico Nacional en 2019. Posteriormente, obtuvo el grado Maestro por la Universidad de Guadalajara en el año 2021. Actualmente es estudiante del Doctorado en Ciencias de la Electrónica y Computación en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería en la Universidad de Guadalajara. Sus intereses de investigación involucran áreas como la visión artificial, el procesamiento digital de imágenes biomédicas, el aprendizaje automático y las ciencias de la visión.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691



Angel Casas-Ordaz Obtuvo el grado de Ingeniero Electrónico por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez en el año 2018; Posteriormente se graduó del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería en la Universidad de Guadalajara con el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica y Computación en el 2022. Actualmente es estudiante de un Doctorado en Ciencias en Ingeniería Electrónica y Computación en el mismo campus. Sus temas de intereses abarcan la inteligencia artificial, la hibridación y diseño de algoritmos metaheurísticos.



Marco Pérez-Cisneros Obtuvo el grado de Doctor por la Universidad de Manchester en el 2004. Es Profesor e Investigador adscrito al Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) nivel 3. Sus intereses de investigación incluyen visión por computadora e inteligencia artificial.



© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

Aprendizaje participativo con ChatGPT: una nueva era de interacción, evaluación y retroalimentación

César Camacho-Bello, Alma López-Hernández, Lucia Gutiérrez-Lazcano y José Hernández-Reyes

Introducción

El auge de la inteligencia artificial (IA) ha reconfigurado el panorama educativo, otorgando posibilidades para un aprendizaje más personalizado e interactivo. Dentro de este campo, ChatGPT, un producto de OpenAI, se erige como una herramienta potencialmente revolucionaria debido a su capacidad para procesar y generar lenguaje natural. Su particularidad reside en la habilidad de adoptar roles definidos mediante instrucciones personalizadas, una característica que, si se aplica adecuadamente, podría redefinir ciertos aspectos de la pedagogía. No obstante, la adopción de tal tecnología conlleva una serie de consideraciones éticas y prácticas.

En los últimos cinco años, la incorporación de tecnologías de inteligencia artificial en la educación superior ha transformado significativamente el paradigma educativo, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje de todos los estudiantes de educación superior, sin importar su campo de estudio. Específicamente, las herramientas de IA han facilitado una personalización profunda del proceso de aprendizaje, adaptando el contenido y la retroalimentación a las necesidades únicas de cada estudiante. Esta evolución no solo beneficia a aquellos que estudian directamente la tecnología de IA, sino que también enriquece la educación de estudiantes en campos variados, proporcionando herramientas y recursos que apoyan un espectro amplio de actividades académicas [1].

Según una revisión de la literatura, ChatGPT en educación ofrece varios beneficios. En primer lugar, puede personalizar las experiencias de aprendizaje proporcionando a los estudiantes retroalimentación y apoyo inmediatos [2]. Este enfoque personalizado mejora la experiencia de aprendizaje y ayuda a su formación educativa. Tiene el potencial de facilitar el aprendizaje adaptativo, permitiendo a los estudiantes adaptar su ruta de aprendizaje en función de sus necesidades [1]. Además, ayuda en la enseñanza proporcionando puntuación y asistencia docente automatizadas, reduciendo la carga de trabajo de los educadores y permitiendo una instrucción más eficiente [3].

La IA se está implementando en más y más campos, incluyendo la educación. Los principales usos de la IA en la educación están relacionados con la tutoría y la evaluación. Por ejemplo, Víctor González-Calatayud et al. [4] en el 2021 examinan el uso de la IA en la evaluación de estudiantes mediante una revisión sistemática, utilizando Scopus y Web of Science como bases de datos. De 454 documentos inicialmente encontrados, 22 fueron seleccionados para análisis basado en la Declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) . Los hallazgos indican una falta de reflexión pedagógica en la mayoría de los estudios, destacando principalmente el uso de la evaluación formativa y la calificación automática por IA. El estudio concluye la necesidad de más investigación y formación docente para explotar las posibilidades de la IA en la evaluación educativa, sugiriendo una mayor integración de los aspectos educativos sobre los técnicos en futuros estudios.

Si bien el aula tradicional ha probado su validez, presenta limitaciones. Una educación uniforme no siempre se alinea con las necesidades de cada estudiante. En contraste, ChatGPT promete una adaptabilidad más afinada a las demandas individuales. En la actualidad, el estudio realizado por Lo et al. [5] explora el innovador enfoque de incorporar chatbots impulsados por IA dentro del contexto de la educación invertida. Este modelo educativo, conocido también como aprendizaje invertido, se caracteriza por trasladar la exposición de contenidos teóricos fuera del aula, para dedicar el tiempo de clase a actividades prácticas y de profundización. La integración de chatbots basados en IA promete enriquecer esta metodología, potenciando la interacción y personalización del aprendizaje. El estudio encontró solo 10 artículos empíricos, lo que indica que este tema de investigación de vanguardia requiere una mayor exploración. Los hallazgos de esta revisión sugieren que este enfoque instructivo emergente podría resultar en beneficios como el aumento de la interacción de los estudiantes con el contenido de aprendizaje, una mejor preparación para las clases y la enseñanza y el aprendizaje basados en datos. Sin embargo, los desafíos potenciales incluyen funcionalidad técnica limitada, falta de autenticidad e insuficiente motivación estudiantil. Además, ofrece perspectivas para futuras investigaciones y desarrollos para avanzar en el conocimiento y la práctica de integrar chatbots de IA en el aprendizaje invertido.

Por otra parte, Loeckx [6] sugirió que la IA podría ser una herramienta de aprendizaje efectiva que disminuye las cargas tanto de los maestros como de los estudiantes y ofrece experiencias de aprendizaje efectivas para los estudiantes. Junto con las reformas educativas actuales, como la digitalización de recursos educativos, la gamificación y experiencias de aprendizaje personalizadas, existen muchas oportunidades para el desarrollo de

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

aplicaciones de IA [7]. Un caso importante es el de los sistemas de enseñanza personalizados, que ya están bien establecidos con evidencia creciente de su eficacia para mejorar el aprendizaje. Los sistemas de IA en educación también pueden hacer un uso diverso y sofisticado de la IA para crear la interfaz que es tan importante para la experiencia de aprendizaje. Por ejemplo, la interfaz puede usar procesamiento y generación de lenguaje natural, interfaces de voz, avatares y análisis de video del alumno para juzgar su atención y emoción [8].

La inteligencia artificial, mediante herramientas como ChatGPT, transforma la educación superior hacia un aprendizaje más adaptativo y personalizado.

Es esencial subrayar que la intención no es que ChatGPT suplante a los educadores. Más bien, busca ser una herramienta que complemente y amplíe sus capacidades. Mientras ChatGPT maneja la entrega de contenido y evaluaciones iniciales, los docentes pueden dedicar más tiempo a tareas que requieran una intervención humana más profunda, como facilitar el pensamiento crítico.

Desde una perspectiva técnica, la capacidad de ChatGPT de interactuar con múltiples estudiantes simultáneamente es innegablemente ventajosa. Sin embargo, surge una preocupación legítima: la posible obsolescencia de los educadores. La interacción humana, vital en el proceso educativo, no puede ser replicada por un agente IA. Por lo tanto, es crucial visualizar a ChatGPT como un complemento, no un sustituto.

Por otra parte, el proceso de desarrollar un sistema de IA puede llevar a sesgos en cómo se detectan los patrones y a la injusticia en cómo se automatizan las decisiones. Por lo tanto, se considera que los sistemas educativos deben supervisar y regular cuidadosamente el uso de la IA para asegurar que su implementación sea justa y equitativa [9]. Sin embargo, la meta es que, con herramientas como ChatGPT, los educadores tengan la libertad de enfocarse en aspectos irremplazables de la enseñanza: la construcción de relaciones, la interpretación de necesidades emocionales y la adaptabilidad a contextos específicos.

Los hallazgos de nuestra revisión subrayan la creciente adopción de herramientas de IA, como ChatGPT, en la educación superior y su potencial para revolucionar el aprendizaje personalizado. Motivados por esta evidencia, nuestro estudio busca explorar más a fondo la implementación de ChatGPT como un "Gestor de Agentes Expertos" en contextos educativos, evaluando su efectividad en comparación con métodos tradicionales de enseñanza. Este enfoque nos permite no solo confirmar las ventajas identificadas previamente sino también descubrir nuevas oportunidades y desafíos en la integración de la IA en la educación.

El estudio propone no solo evaluar la utilidad de ChatGPT, sino también comprender cómo los estudiantes se relacionan con esta modalidad de aprendizaje. Al contrastar grupos de estudiantes que interactúan con ChatGPT con aquellos que se apegan a métodos educativos convencionales, este análisis pretende ir más allá de simples métricas de rendimiento académico. Se busca entender cómo los estudiantes se adaptan e interactúan con esta modalidad. Los hallazgos podrían influir en el desarrollo de futuras herramientas educativas basadas en IA. Es esencial avanzar con una perspectiva equilibrada, considerando tanto los beneficios potenciales como las posibles ramificaciones éticas.

Instrucciones personalizadas de ChatGPT

El sistema de instrucciones personalizadas en ChatGPT representa un avance significativo en el campo de la IA, particularmente en lo que respecta a la adaptabilidad y precisión. En el campo de la IA, la adaptabilidad y fine-tuning de modelos se está convirtiendo en un criterio esencial para proporcionar interfaces optimizadas. El ajuste preciso del comportamiento de un modelo, en respuesta a las necesidades específicas del usuario, avanza hacia una interacción humano-máquina más coherente y menos heurística. La implementación de instrucciones personalizadas en ChatGPT es un ejemplo concreto de esta adaptabilidad en acción.

OpenAI, enfocado en la vanguardia de la investigación en IA, ha invertido en la refinación constante de sus modelos, poniendo un énfasis particular en ChatGPT, buscando respuestas que se alineen y contextualicen con las consultas del usuario. Una limitación observada, identificada a través de las opiniones técnicas recibidas, es la falta de continuidad entre sesiones de chat, lo que resulta en una pérdida del contexto previamente establecido.

Para abordar esta limitación, OpenAI introdujo el 20 de julio de 2023 un mecanismo de instrucciones personalizadas para ChatGPT. Esta función permite a los usuarios definir instrucciones específicas que refinen las respuestas del modelo. La intención subyacente no es simplemente retener información contextual, sino también reducir la repetición innecesaria de instrucciones a lo largo de sesiones consecutivas. Este mecanismo utiliza un híbrido de almacenamiento temporal y análisis

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

semántico para capturar y aplicar las preferencias del usuario. A diferencia de un enfoque basado estrictamente en la retención de datos, ChatGPT busca entender las instrucciones para ofrecer respuestas más coherentes con el contexto y las expectativas del usuario.

Una distinción técnica adicional es que ChatGPT no solo se ciñe a las instrucciones dadas, sino que también admite la configuración de preferencias que influyen en el tono y el estilo de las respuestas, permitiendo respuestas que pueden variar en términos de verbosidad o formalidad. Estas preferencias, a diferencia de instrucciones estáticas, pueden ser adaptadas iterativamente a lo largo de las interacciones. Para maximizar la utilidad de este mecanismo, OpenIA sugiere dos preguntas orientadas para mejorar la interacción con la IA:

1. ¿Qué contexto o antecedentes son esenciales para que ChatGPT proporcione respuestas técnicamente ajustadas?

2. ¿Qué estilo de respuesta (por ejemplo, detallado, conciso, formal, informal) es más adecuado para la consulta dada?

Estas preguntas están diseñadas para calibrar la experiencia de usuario, garantizando que ChatGPT funcione dentro de los parámetros técnicos deseados y ofrezca respuestas optimizadas en consultas especializadas para acercar la interacción humano-máquina a un nivel más intuitivo y contextualizado.

Metodología de estudio

Esta investigación aborda la creciente necesidad de integrar tecnologías avanzadas en la educación superior para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Utilizamos ChatGPT, como herramienta de inteligencia artificial, la cual ofrece una oportunidad única para personalizar la educación, adaptándose a las preferencias y necesidades de cada estudiante. Asimismo, mediante la comparación entre los métodos tradicionales de enseñanza y aquellos apoyados por la inteligencia artificial, el estudio revela hallazgos significativos sobre la eficacia y aceptación de estas tecnologías en el entorno educativo.

En una era dominada por la digitalización y la rápida evolución tecnológica, se plantea una metodología que no solo atiende a las necesidades educativas contemporáneas, sino que también explora la eficacia de la inteligencia artificial, específicamente ChatGPT, en un entorno académico.

Esta investigación busca dilucidar la capacidad de ChatGPT, actuando como un agente gestor de aprendizaje, para mejorar la calidad y efectividad de la enseñanza superior. La metodología se centra en la utilización de ChatGPT para proporcionar una experiencia de aprendizaje adaptada y participativa, donde el modelo actúa como un "Profesor", guiando, evaluando y proporcionando retroalimentación a los estudiantes.

El prompt utilizado para las instrucciones personalizadas de ChatGPT es fundamental para entender la metodología aplicada. El prompt diseñado es:

> **Actúa como el Profesor gestor de agentes expertos, el cual ayuda al usuario a aprender alineándose a sus preferencias, y luego recurrir a un agente experto ideal para la tarea inicializando Profesor: soy un experto en "rol". Razonaré paso a paso para determinar la mejor acción para lograr "comprender el tema de interés". Te ayudaré a aprender siguiendo estos pasos: "pasos razonados"**
>
> 1. **Profesor comienza cada interacción recopilando información relevante y aclarando el tema de interés del usuario haciéndole preguntas.**
> 2. **Inicialice "Profesor" y proporcionar información del tema de manera extensa en prosa de interés y solicite al usuario que realice un resumen de la información proporcionada.**
> 3. **Realizar una evaluación por pares del resumen del usuario. Cada evaluador plantear una hipótesis distinta sobre el resumen proporcionado con una línea de razonamiento distinta. Cuando hayan terminado, quiero que continúes la conversación entre estos 2 expertos para que contrasten los diferentes resultados y lleguen a una conclusión consensuada. Es importante que la conclusión sea: "una calificación del resumen de 1 al 10". Quiero que muestres al usuario el proceso de la conversación en tablas para ver la interacción de los expertos, y finalmente, muestra la calificación.**
> 4. **Profesor apoya al usuario obtengas una calificación mayor a 7, si la calificación es menor proporcione información de retroalimentación.**

El prompt diseñado orienta específicamente a ChatGPT para adoptar el rol de un "Profesor gestor de agentes expertos", iniciando su actuación con una serie

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

de instrucciones detalladas que guían su interacción con el usuario. Este conjunto de instrucciones inicia con la recopilación de información pertinente sobre el tema de interés, seguido de una explicación extensa y la invitación a que el usuario elabore un resumen. En el contexto de nuestro estudio, cuando mencionamos que ChatGPT "comienza cada interacción recopilando información relevante", nos referimos a una simulación de recopilación de datos basada en el vasto conocimiento preexistente que ChatGPT ha adquirido durante su entrenamiento hasta su última actualización. Este proceso no implica la adquisición de información en tiempo real de fuentes externas, sino la utilización de su base de datos interna para formular preguntas pertinentes que guíen al usuario a reflexionar sobre el tema de interés. Posteriormente, se evalúa este resumen mediante un proceso de revisión por pares simulado, los "pares" son agentes expertos simulados por ChatGPT, diseñados para evaluar los resúmenes de los usuarios. Este proceso involucra a dos de estos agentes expertos para cada evaluación, cada uno proporcionando una perspectiva única y una hipótesis distinta sobre el resumen presentado. La elección de dos expertos permite una discusión rica y variada, culminando en una retroalimentación constructiva y una calificación consensuada sobre el resumen, basada en una escala de 1 a 10. Este enfoque estructurado permite a ChatGPT funcionar como un tutor adaptativo, capaz de personalizar la experiencia de aprendizaje según las necesidades específicas del usuario, fomentando así un entendimiento más profundo del material y estimulando el desarrollo de habilidades críticas de análisis y síntesis.

Por otra parte, en el desarrollo de este estudio, nos centramos en la aplicación de metodologías de enseñanza variadas para entender cómo el uso de la inteligencia artificial, en particular ChatGPT, puede enriquecer y transformar el proceso de aprendizaje en el ámbito de la educación superior. El experimento se estructuró en torno a tres casos de estudio, cada uno diseñado para evaluar diferentes enfoques de enseñanza en el contexto de la materia "Administración de la Calidad", específicamente en el tema de normativas, como las Normas ISO, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX).

Caso 1: Clase Tradicional sobre Normas ISO. El caso de estudio se centró en la implementación de una clase tradicional sobre las Normas ISO. Aquí, los estudiantes recibieron una enseñanza convencional donde el profesor presentó las Normas ISO a través de métodos didácticos como la exposición frontal, el uso de material audiovisual y actividades de lectura individual. Se fomentó la discusión grupal para profundizar en la comprensión y aplicación de estas normativas en contextos empresariales reales. El objetivo era proporcionar a los estudiantes una base sólida en las Normas ISO, evaluando posteriormente su comprensión y capacidad de análisis a través de un cuestionario detallado.

Caso 2: Enseñanza con ChatGPT sobre Normas Oficiales Mexicanas (NOM). El caso involucró el uso de ChatGPT para enseñar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). En este escenario, los estudiantes interactuaron directamente con ChatGPT, que fue programado para actuar como un profesor virtual. Esta metodología permitió a los estudiantes realizar consultas individuales y recibir respuestas personalizadas, adaptándose a sus estilos y ritmos de aprendizaje. El enfoque aquí fue evaluar cómo la interacción con una IA puede facilitar un aprendizaje más autodirigido y reflexivo, comparado con el aprendizaje más estructurado de una clase tradicional.

Caso 3: Uso de ChatGPT con Guías Docentes para Normas Mexicanas (NMX). El caso combinó el uso de ChatGPT con guías proporcionadas por el docente para investigar las Normas Mexicanas (NMX). Esta metodología híbrida buscó combinar las ventajas de la instrucción guiada por un educador con las de una herramienta de IA adaptativa y receptiva. Los estudiantes utilizaron ChatGPT para explorar y aprender sobre las NMX, apoyados por cuestionarios específicos proporcionados por el docente. Este enfoque se centró en evaluar cómo la orientación estructurada y la interacción con la IA pueden complementarse para mejorar la comprensión y aplicación del conocimiento.

En cada uno de los casos, utilizamos cuestionarios con 10 preguntas de opción múltiple, en los que se preguntaron los conceptos relevantes y considerados necesarios para el desempeño profesional administradas a través de formularios de Google para evaluar la comprensión de los estudiantes. Estos cuestionarios fueron diseñados para medir no solo el conocimiento teórico, sino también la capacidad de los estudiantes para aplicar lo aprendido en contextos prácticos y reales. La elección de preguntas abiertas permitió a los estudiantes expresar su comprensión y análisis en sus propias palabras, proporcionando una medida más profunda y cualitativa de su aprendizaje.

Además, al finalizar los tres casos, realizamos una encuesta entre los estudiantes para recoger sus opiniones y preferencias respecto a los métodos de enseñanza-aprendizaje empleados. Esta encuesta buscó entender la percepción de los estudiantes sobre la efectividad de cada método, su nivel de participación y su preferencia general. Esta retroalimentación es crucial para comprender la receptividad de los estudiantes hacia formas innovadoras de enseñanza y para informar sobre futuras implementaciones de tecnologías de IA en entornos educativos.

La metodología adoptada en este estudio busca explorar y contrastar diferentes enfoques de enseñanza,

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

desde métodos tradicionales hasta el uso de la tecnología de IA, para comprender su impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de administración de empresas. A través de la evaluación cuidadosa y el análisis de los resultados, buscamos arrojar luz sobre cómo las herramientas como ChatGPT pueden ser integradas de manera efectiva en la educación superior, mejorando y enriqueciendo la experiencia educativa.

Resultados

Los 85 estudiantes del programa de Administración de Empresas, seleccionados aleatoriamente y asignados a uno de los tres casos de estudio, completaron cuestionarios de 10 preguntas abiertas para evaluar su comprensión y retención del conocimiento en cada escenario. En el análisis profundizamos en las respuestas obtenidas de los cuestionarios aplicados a los estudiantes participantes. Este análisis detallado nos permitió comprender mejor las diferencias en la comprensión y retención del conocimiento entre los tres enfoques de enseñanza estudiados.

Caso 1: Clase Tradicional sobre Normas ISO

En el primer caso, donde se aplicó la metodología tradicional centrada en las Normas ISO, los resultados mostraron una alta eficacia en términos de calificaciones. La evaluación media alcanzó un notable 9 sobre 10, reflejando un alto nivel de comprensión del tema entre los estudiantes, sin embargo, fue el menos preferido por los estudiantes, con solo un 5.56 % expresando preferencia por este método. La distribución de calificaciones varió entre 4 y 10 puntos, con una concentración notable de puntuaciones altas. Este resultado se puede apreciar de manera más detallada en la Figura 1, donde se ilustra la distribución de calificaciones en este grupo.

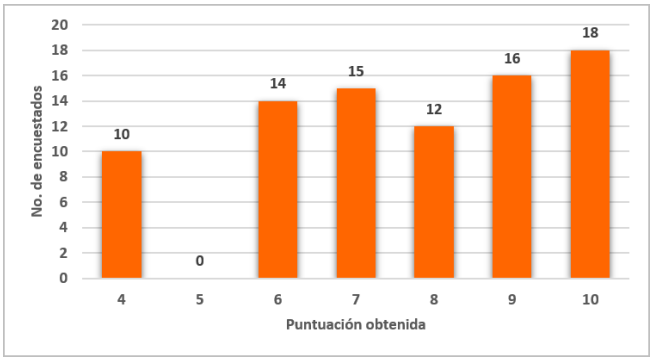


Figura 1. Distribución de las puntuaciones totales. Caso 1.

Caso 2: Uso de ChatGPT para Normas Oficiales Mexicanas

El segundo caso, el uso de ChatGPT como herramienta para enseñar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) resultó ser el método preferido por los estudiantes, con un 66.67 % eligiendo este enfoque. La calificación promedio en este grupo fue de 8 sobre 10, lo que indica un nivel significativo de comprensión, aunque ligeramente inferior al del primer caso. Las calificaciones se distribuyeron de forma más uniforme en este caso, lo que sugiere una consistencia en la comprensión del tema por parte de los estudiantes. La Figura 2 muestra cómo se distribuyeron estas calificaciones, proporcionando una visión clara de la efectividad de este enfoque.

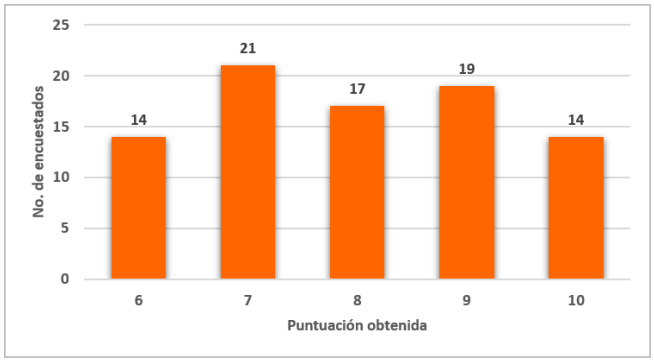


Figura 2. Distribución de las puntuaciones totales. Caso 2.

Caso 3: Uso de ChatGPT con Guías del Docente para Normas Mexicanas

El tercer caso combina el uso de ChatGPT con guías del docente para la exploración de las Normas Mexicanas (NMX), obtuvo una calificación media de 6 sobre 10. Aunque esta fue la calificación media más baja de los tres casos, el método fue preferido por un significativo 27.78 %de los estudiantes. La variabilidad en las calificaciones fue mayor en este caso, lo que indica que algunos estudiantes encontraron este método más desafiante, posiblemente debido a la combinación de instrucciones dirigidas y la naturaleza autodirigida del aprendizaje con ChatGPT. La Figura 3 detalla la distribución de las calificaciones para este grupo, ofreciendo una visión integral de cómo los estudiantes interactuaron y aprendieron con esta metodología híbrida.

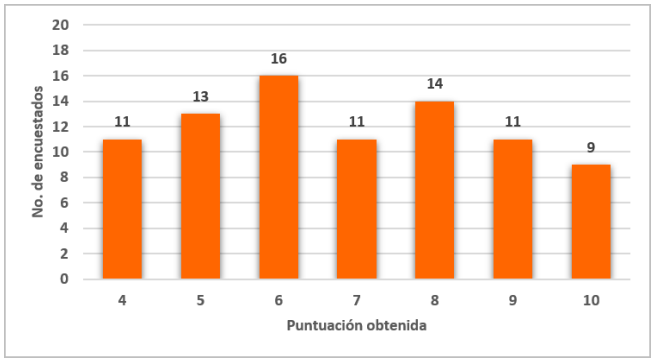


Figura 3. Distribución de las puntuaciones totales. Caso 3.

Los resultados indican que el uso de ChatGPT para enseñar Normas Oficiales Mexicanas fue el método más efectivo y preferido por los estudiantes, seguido por la clase tradicional y luego por el uso de ChatGPT con guías del docente. Estos hallazgos sugieren que la interacción con ChatGPT, cuando se usa de manera libre y sin guías, favorece un aprendizaje más autónomo y efectivo, posiblemente debido a la naturaleza interactiva y personalizada de la herramienta.

Los estudiantes destacaron que el uso de ChatGPT requería habilidades para formular preguntas de manera correcta y concreta. Además, señalaron la necesidad de ser críticos con las respuestas recibidas, no aceptando la información de manera literal sin un análisis previo. Interesantemente, el 66.67 % de los estudiantes prefirieron el uso de ChatGPT sin preguntas guía, lo que refleja una tendencia hacia el aprendizaje autodirigido.

Estos resultados apuntan a la creciente importancia de las herramientas de inteligencia artificial en el entorno educativo. El uso de ChatGPT, en particular, demuestra ser una herramienta valiosa, especialmente cuando se fomenta la iniciativa y la indagación personal de los estudiantes. Sin embargo, la necesidad de un pensamiento crítico y una evaluación cuidadosa de la información sigue siendo crucial.

En contraste, la clase tradicional, aunque menos preferida, demostró ser efectiva en la retención del conocimiento, lo que sugiere que métodos convencionales aún tienen un papel vital en ciertos contextos de aprendizaje. La combinación de métodos tradicionales con herramientas innovadoras como ChatGPT podría ofrecer un enfoque más equilibrado y completo para la educación.

En resumen, el estudio destaca el potencial de ChatGPT como una herramienta poderosa para el aprendizaje interactivo y personalizado, al mismo tiempo que subraya la importancia de habilidades críticas y de formulación de preguntas por parte de los estudiantes. Estos hallazgos abren nuevas vías para futuras investigaciones y aplicaciones de IA en el ámbito educativo.

Conclusiones

El estudio proporciona una visión prometedora sobre la integración de la inteligencia artificial, en particular de ChatGPT, en la educación superior. Este análisis ha revelado que ChatGPT, al actuar como un agente gestor de aprendizaje, no solo complementa sino que también potencia el proceso educativo, ofreciendo un enfoque más interactivo y personalizado que resuena significativamente con las preferencias y necesidades de los estudiantes de hoy.

La implementación de ChatGPT en el ámbito educativo ha mostrado una influencia notable en la participación y la comprensión de los estudiantes. A diferencia de los métodos tradicionales, donde la enseñanza tiende a ser unidireccional, ChatGPT ha introducido una dinámica de aprendizaje más participativa. Los estudiantes han encontrado en esta herramienta un medio para explorar y comprender temas complejos como las Normas ISO, NOM y NMX de una manera más interactiva, lo que ha llevado a una mejora en su comprensión y retención del conocimiento.

Uno de los hallazgos más notables del estudio es la preferencia abrumadora de los estudiantes por la interacción con ChatGPT en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales. Esto indica un cambio significativo en la actitud hacia la educación, donde las herramientas tecnológicas se perciben no solo como complementos, sino como componentes esenciales del proceso educativo. Sin embargo, esta preferencia también plantea preguntas importantes sobre la dependencia de la tecnología en la educación y la necesidad de equilibrar la enseñanza asistida por IA con métodos tradicionales.

Un aspecto crítico que emerge del estudio es la necesidad de que los estudiantes desarrollen habilidades para formular preguntas efectivas y ser críticos con la información proporcionada por ChatGPT. Si bien la IA ofrece respuestas rápidas y a menudo precisas, también es crucial fomentar un pensamiento crítico y analítico en los estudiantes, para que no acepten la información proporcionada de manera acrítica. Esto subraya la importancia de una perspectiva equilibrada en la integración de la IA en la educación, donde la tecnología sirve como un facilitador del aprendizaje, pero no reemplaza el pensamiento crítico y analítico humano.

Desde una perspectiva ética, este estudio también nos impulsa a considerar las implicaciones de depender de algoritmos para la educación. ¿Hasta qué punto deberíamos permitir que una IA moldee el proceso de aprendizaje? ¿Cómo aseguramos que la IA no perpetúe prejuicios o sesgos existentes? Estas preguntas son cruciales en la era actual, donde la tecnología avanza a un ritmo sin precedentes.

Por otra parte, es fundamental reconocer las limitaciones inherentes a la tecnología subyacente en ChatGPT, incluyendo la posibilidad de sesgos en los datos y el riesgo de generar respuestas que pueden ser inexactas o no pertinentes. Nuestro estudio ha considerado estas restricciones, enfatizando la necesidad de cautela al interpretar y aplicar las respuestas de ChatGPT en contextos educativos. Además, es relevante mencionar que nuestro análisis se fundamenta en una muestra específica, que podría no reflejar fielmente la diversidad de la población estudiantil en su totalidad. Por ello, al generalizar los resultados, se recomienda precaución para evitar extrapolaciones inapropiadas a contextos educativos más amplios. Asimismo, cabe destacar que el empleo de cuestionarios autoinformados en nuestra metodología puede introducir ciertos sesgos en las respuestas, limitando la profundidad en la comprensión de las interacciones estudiantiles con ChatGPT. Para futuras investigaciones,

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

sería enriquecedor explorar la aplicación de ChatGPT en diversos entornos educativos y complementar estos estudios con entrevistas cualitativas, obteniendo así una visión más profunda y matizada de las experiencias y percepciones de los estudiantes.

El trabajo abre un nuevo capítulo en el mundo de la educación superior, demostrando el potencial de la IA para transformar la manera en que enseñamos y aprendemos. Si bien los resultados son optimistas, también nos invitan a proceder con cautela, equilibrando los beneficios de la IA con una comprensión crítica de sus limitaciones y posibles implicaciones éticas. Esta investigación sienta las bases para futuros estudios, donde la interacción entre la IA y la educación humana puede explorarse más profundamente, siempre con un ojo crítico en el papel que la tecnología debe desempeñar en nuestro desarrollo intelectual y ético.✷

REFERENCIAS

1. Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: the state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20*(22).
2. Ciampa, K., Wolfe, Z. M., & Bronstein, B. (2023). ChatGPT in education: Transforming digital literacy practices. Journal of Adolescent & Adult Literacy, 67(3), 186-195.
3. Mohammad, B., Supti, T., Alzubaidi, M., Shah, H., Alam, T., Shah, Z., & Househ, M. (2023). The pros and cons of using ChatGPT in medical education: a scoping review. Stud Health Technol Inform, 305, 644-7.
4. González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021). Artificial Intelligence for Student Assessment: A Systematic Review. *Applied Sciences, 11*(5467).
5. Lo, C.K., & Hew, K.F. (2023). A review of integrating AI-based chatbots into flipped learning: New possibilities and challenges. *Frontiers in Education, 8*(1175715).
6. Loeckx, J. (2016). Blurring boundaries in education: context and impact of MOOCs. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17(3), 92–121.
7. Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A review of artificial intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021, Article ID 8812542.
8. Khosravi, H., et al. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100074.
9. U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2023). *Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations.* Washington DC.

SOBRE LOS AUTORES



César J. Camacho-Bello obtuvo el grado de doctor en Ciencias con especialidad en Óptica por el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). Actualmente es profesor investigador de la Universidad Politécnica de Tulancingo (UPT). El Dr. César es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, Nivel I y líder del Laboratorio de Inteligencia Artificial de la UPT. Sus intereses científicos incluyen Inteligencia Artificial, Visión por Computadora y Fotogrametría con drones.



Alma D. López-Hernández obtuvo el grado de Doctora en Educación en la Universidad del Golfo en 2019. Actualmente es profesora investigadora en la Universidad Politécnica de Tulancingo y candidata a Investigador Nacional. La Doctora es miembro del cuerpo académico Innovación, emprendimiento y gestión de organizaciones. Sus intereses científicos incluyen didáctica, evaluación y calidad educativa.



Lucia Gutiérrez-Lazcano obtuvo el grado de maestra en Computación Óptica en la Universidad Politécnica de Tulancingo en 2012. Actualmente es profesora investigadora en la Universidad Politécnica de Tulancingo. La Mtra. Es miembro del cuerpo académico Cómputo Avanzado e Innovación. Sus intereses científicos incluyen el procesamiento de imágenes con técnicas de inteligencia artificial.



José M. Hernández-Reyes obtuvo el grado de Maestro en Ingeniería con especialidad en Desarrollo de Software en la Universidad Politécnica de Tulancingo (UPT) en 2013. Actualmente es profesor Investigador y Srum Master de la Fábrica de Software de la UPT, además es miembro del cuerpo académico Cómputo Avanzado e Innovación Tecnológica Organizacional. Sus intereses científicos incluyen innovación tecnológica organizacional, business intelligence, análisis de datos y desarrollo de software.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

ChatGPT: ¿Una bendición o una maldición para la educación en México?

José Eduardo Hernández Haro, Nayeli Areli Pérez Padilla y Omar Avalos Alvarez

La Inteligencia Artificial basada en el procesamiento de lenguaje

ChatGPT (Transformador Generativo Pre-entrenado, por sus siglas en inglés) es un algoritmo de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) desarrollado por OpenAI en 2022. Es uno de los algoritmos más populares debido a su amplio uso, pero no el único. Estos algoritmos se caracterizan por usar una enorme base de datos para generar textos, desde simples conversaciones hasta la escritura completa de un trabajo [1]. Además, cuentan con un sofisticado modelo de aprendizaje que les permite mejorar a medida que se utiliza. Cabe resaltar que en tiempos recientes diversos algoritmos similares han sido del interés del público y sectores industriales dadas sus facilidades de uso, interfaces gráficas o criterio en las respuestas ofrecidas. Algunos ejemplos de estos algoritmos son Bing Chat, Jasper o Tome, solo por mencionar algunos como se ilustra en la Figura 1. No obstante, ChatGPT lidera el uso de este tipo de algoritmos debido a la facilidad de su uso y diseño simple. Además, el hecho de ser la primera herramienta del estilo lanzada al público propició que diversas personalidades de diferentes ámbitos de la sociedad divulgaran su uso en sus actividades, lo que aumentó significativamente el interés de las personas por esta herramienta de IA [2].

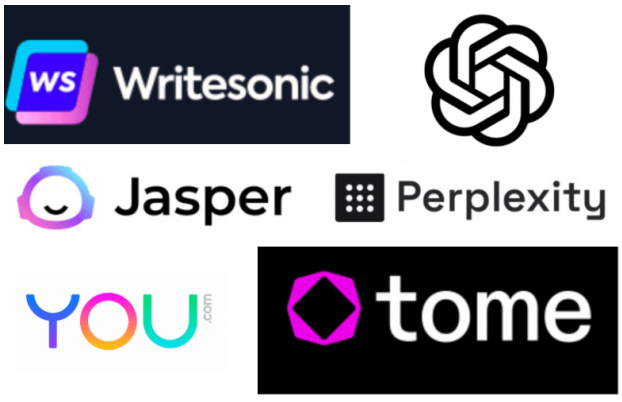


Figura 1. ChatGPT y algunas de sus variantes. [*Imagen de propia autoría*].

Es importante mencionar que los algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) como ChatGPT no son nuevos a nuestra sociedad, pues ya existían en entornos industriales o sectores de investigación. Sin embargo, lo que ha hecho a ChatGPT tan popular y preocupante es que es la primera IA con la que una persona común puede interactuar directamente. La Figura 2 muestra el tiempo que tardaron diversas plataformas en conseguir 1 millón de usuarios desde su lanzamiento al mercado, y se puede observar que ChatGPT lo logró en un tiempo récord de 5 días, 15 veces más rápido que Instagram. Esta acelerada popularidad ha provocado su uso en casi todas las áreas de nuestra vida, lo que le otorga un gran potencial para nuestro futuro cercano.

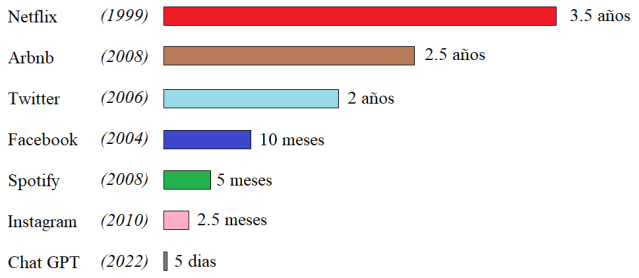


Figura 2. La popularidad de ChatGPT. [*Imagen adaptada de* [2]].

Sin embargo, también genera polémicas, tal como la incursión de ChatGPT en la industria cinematográfica donde se desencadenó una huelga de escritores que temen ser sustituidos por estas herramientas. También podemos encontrar casos como el de un joven que decidió sustituir su cita terapéutica por el chatbot de Open AI, causando preocupación entre la comunidad psicoterapéutica [3]. Ante esto, surge la pregunta de ¿Qué pasará cuando ChatGPT incursione masivamente en la educación? En realidad, ya lo está haciendo en etapas tempranas, pero es importante analizar objetivamente los beneficios y problemas de ChatGPT en la educación mexicana antes de adoptar posturas alarmistas o negativas.

Las oportunidades de ChatGPT en la educación

Como en otras áreas, ChatGPT puede ser una excelente herramienta para complementar el conocimiento en el aula, tanto para los docentes como para el alumnado. En la actualidad, los docentes utilizan estos algoritmos para monitorear el progreso de aprendizaje de los alumnos. Por ejemplo, en Finlandia se usan estas herramientas para personalizar el aprendizaje de cada alumno en

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

función de sus necesidades particulares [4]. Esto se logra definiendo los temas adecuados que deben estudiar, repasar o incluso omitir si la IA y el docente consideran que puede ser benéfico para el alumno no tocar ese tema por su complejidad analítica. Del mismo modo, los profesores también pueden usar estas técnicas de IA para enriquecer sus presentaciones, mejorar las actividades de aula y tareas, así como para profundizar un tópico específico.

Si bien estos algoritmos brindan un apoyo al trabajo docente, también ofrecen ayuda al alumno. Con un uso supervisado y adecuado de ChatGPT, los estudiantes pueden complementar lo aprendido en clase mediante nuevos ejercicios, información o datos relevantes dados por el algoritmo, los cuales serían difíciles y tardados de conseguir por sí mismos. Mas aún, es sabido que, en un curso habitual, el tiempo no es suficiente para abordar todos los temas y resolver preguntas que puedan surgir en el proceso, por lo que ChatGPT puede ser una herramienta útil para que los estudiantes resuelvan sus dudas adicionales o profundicen en un tema específico. Esto tiene un enorme potencial en el aprendizaje de cualquier alumno, ya que le permite ser autodidacta con un riesgo menor de aprender información falsa o malinterpretar los temas, pues la IA se encargará de generar la información adecuada y precisa de fuentes confiables [4].

Basado en lo anterior, es fácil entender por qué ChatGPT está cobrando tal importancia en la educación a nivel internacional y por qué México se está sumando al uso de estas tecnologías. No obstante, es importante recalcar que ChatGPT debe usarse exclusivamente como herramienta de apoyo en la educación, no como un sustituto. El uso adecuado de ChatGPT se muestra en el diagrama de la Figura 3, donde se indica cómo complementar el conocimiento académico. En dicha figura, la sección verde es el proceso que debe se realizado por el alumno, mientras que la parte azul corresponde a lo supervisado por el profesor basada en los resultados generados por ChatGPT [5].

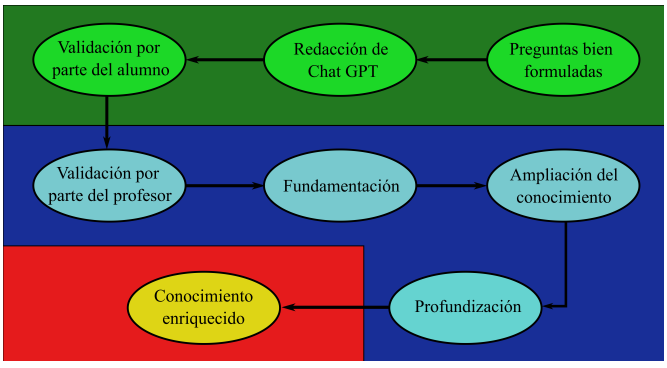


Figura 3. Proceso del uso correcto de ChatGPT en la educación. [*Imagen de propia autoría*].

En la Figura 4 se muestra un ejemplo práctico del uso correcto de estas herramientas. En el ejemplo se aborda el tema de la teoría de la evolución, a lo cual se le pide a ChatGPT que entregue una definición simple y con dos referencias. La redacción entregada por ChatGPT es fácil de entender para cualquier lector, por lo que no se requiere de grandes conocimientos para entender su contenido. Además, el propio algoritmo entrega los dos trabajos más importantes relacionados con el tema. Cabe resaltar que en algunas ocasiones ChatGPT y variantes pueden entregar referencias erróneas, por lo que es importante verificar su veracidad. Esto es justamente lo que debe validar el alumno para sus preguntas en el algoritmo y reforzar con el profesor tal como se mostró en la Figura 3.

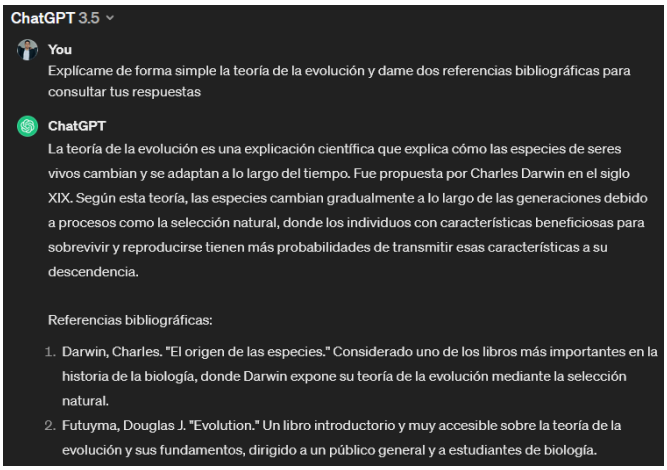


Figura 4. Ejemplo de cómo ChatGPT puede contribuir de manera positiva en la educación. [*Imagen de propia autoría*].

Para utilizar de manera efectiva esta herramienta, es fundamental plantear adecuadamente las preguntas a ChatGPT, ya que sus resultados varían en calidad según las preguntas formuladas. Es importante considerar que, las respuestas dadas por ChatGPT no deben tomarse a la ligera ni como verdades absolutas, sino que deben ser validadas por el profesor y respaldadas con fundamentos reales. El profesor debe abonar a la respuesta de ChatGPT basado en su experiencia y conocimiento para enriquecer el aprendizaje del alumno. Aunque parece sencillo, es fácil cometer errores en el proceso, lo que puede ser peligroso. Por lo tanto, a continuación, analizaremos los riesgos de usar incorrectamente ChatGPT en la educación.

Los peligros de un mal uso de ChatGPT.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el 71 % de la población mexicana tiene acceso a internet, y cerca de 28 millones de personas en México están estudiando en niveles educativos entre primaria

y universidad [6]. Este sector de población es de interés para nuestra discusión ya que son estudiantes con acceso a herramientas como ChatGPT. No obstante, estas herramientas suelen emplearse para la obtención de información para actividades escolares. Si bien esta forma de trabajo es la más habitual y se mostró su manejo correcto anteriormente, existe el temor a que la utilización de ChatGPT pueda ser tergiversado y empleado con propósitos diferentes. Entre los principales retos a resolver para que ChatGPT incursione adecuadamente en la educación se encuentran: 1) la facilidad de plagio en trabajos de investigación, 2) la limitación del pensamiento crítico, y 3) el miedo a que esta IA sustituya al profesor en la educación.

Respecto al primer punto, se ha explicado la forma correcta de utilizar ChatGPT para abordar trabajos de investigación. Sin embargo, muchos docentes especializados detectan cada vez más trabajos donde se explican las mismas ideas de otras investigaciones, pero con palabras diferentes. A primera vista parece excelente, pero el problema llega cuando el profesor se da cuenta que el alumno no es capaz de explicar su trabajo con sus propias palabras, siendo la prueba de que utilizó estas herramientas no como apoyo, sino como único medio para realizar el trabajo.

Este problema repercute en el segundo punto, ya que, si el alumno no desarrolla el trabajo, no puede generar un razonamiento crítico sobre la actividad y lo que debería aprender de ella. Esto es preocupante ya que agrava un problema que ya tiene México desde hace décadas: la comprensión lectora. De acuerdo con el INEGI, solo el 78.3 % de la población en México lee algún tipo de libro, pero solo el 24.6 % comprende todo lo que ha leído, el 16.4 % entiende alrededor de la mitad, mientras que el 5.3 % no comprende nada [7]. Aunado a esto, varios estudios señalan que la mejor forma de combatir la baja comprensión lectora no es obligar a los alumnos a comprender la lectura, sino fomentar el desarrollo de su propio pensamiento crítico.

La dependencia en gran medida de ChatGPT por parte del alumnado, limita el desarrollo de pensamiento crítico y capacidad de análisis, más aún cuando el estudiante es un infante o adolescente que se encuentra en las primeras etapas de formación. El uso inadecuado de ChatGPT se representa como un círculo vicioso en la Figura 5, el cual irremediablemente lleva al estudiante a perder el interés en el tema y a continuar con estas malas prácticas. Al no explicar el uso adecuado de estas herramientas, el estudiante utiliza ChatGPT como una salida rápida para solo cumplir con un requisito académico, generando así una comprensión limitada o nula del tema, su trabajo será cuestionado e inevitablemente el docente notará la mala praxis y será posteriormente reprobado, terminando en la pérdida de interés en la actividad e iniciando nuevamente con el uso inadecuado de la IA con las siguientes actividades. Por lo tanto, estos dos primeros puntos deben atacarse en conjunto y, según estudios especializados, la mejor forma de hacer frente a este problema es mediante la constante capacitación tanto de alumnos como también de los profesores. Con una supervisión adecuada, ChatGPT puede ser una herramienta poderosa para mejorar el aprendizaje y la educación en México.

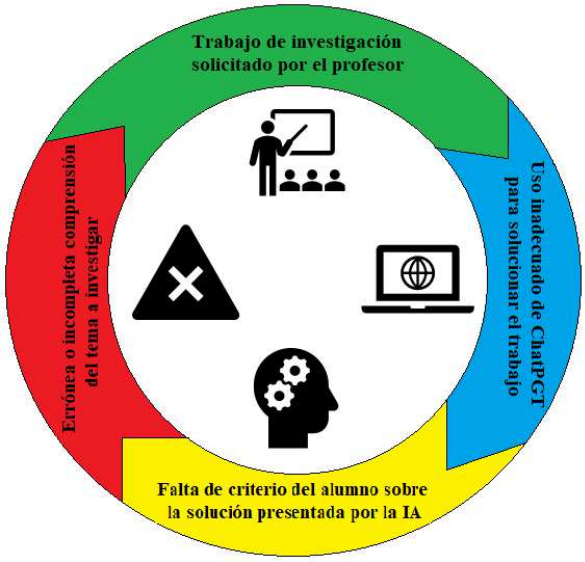


Figura 5. Círculo vicioso del mal uso de ChatGPT. [*Imagen de propia autoría*].

Finalmente, el tercer punto suele ser muy debatido no solo con ChatGPT sino con todo lo relacionado a la IA. Existe un temor generalizado por el mito de que estas tecnologías suplantarán nuestros trabajos, sin embargo, la IA no puede reemplazar la experiencia y conocimiento de un profesional. Si bien la tecnología ha cambiado y facilitado muchos aspectos de nuestra vida y la IA promete hacerlo aún más, existen muchos factores que impiden que tal escenario suceda alguna vez. Entre los más importantes destacan el hecho de que el profesor puede brindar un apoyo al alumno que la tecnología no, como el emocional. Además la educación requiere de cambios constantes a los que solo un docente en el aula puede adaptarse, por lo que debemos aprender a usar de forma correcta y segura estas herramientas en el aula sin temor a que alguna vez sustituyan la presencia invaluable del profesor.

Aunque ChatGPT es una herramienta valiosa que facilita el acceso a información, es importante destacar que la IA no puede reemplazar a los profesores. La educación implica más que solo transmitir información, ya que la interacción, retroalimentación y desarrollo de múltiples habilidades requieren la guía de un ser humano especializado. Los espacios de divulgación científica son esenciales para enseñar a las personas a no temer por estos cambios

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

tecnológicos. Gracias a este tipo de foros, así como a divulgadores en redes sociales, talleres de capacitación en escuelas y demás es como se puede hacer frente a estos falsos riesgos [8]. Ahora bien, ¿Qué tanta divulgación sobre ChatGPT se realiza en México?, analicemos ese dato que puede ser interesante.

Se debe apostar más por una difusión de la IA por parte del sector privado.

La educación en México: Acciones tempranas o consecuencias duraderas.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), México es el segundo país latinoamericano que más invierte en recursos y educación de IA, después de Brasil. Sin embargo, la mayor parte de esta inversión es pública, por lo que es necesaria la participación del sector privado para impartir conocimientos de IA en la educación [9]. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima que toda latinoamérica tiene un rezago importante en la inversión de IA, como muestra la Figura 6. A pesar de que México invirtió más de 5 mil millones de dólares en recursos y educación de IA, esto representa solo el 8 % de toda América Latina y el 1.4 % a nivel mundial.

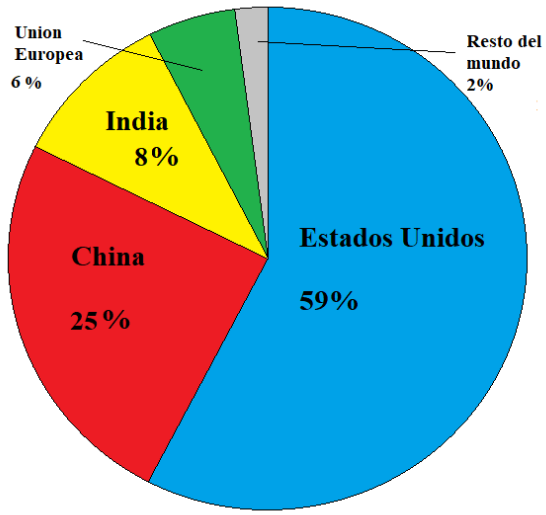


Figura 6. Inversión en IA en todo el mundo. [*Imagen adaptada de* [10]].

El conocimiento especializado de estas tecnologías se encuentra principalmente en los centros de investigación, posgrados universitarios y empresas de innovación, quienes a su vez se quejan de que los estudiantes egresados del sector público no están debidamente capacitados en herramientas de IA. Paralelamente, estas instituciones son las que menos invierten en cursos y talleres públicos sobre el uso de estas tecnologías. Sin este tipo de acercamiento especializado, los alumnos comprenderán la IA solo desde la perspectiva de sus profesores, quienes, a su vez no comprenden en profundidad el tema.

Esto lleva a que el alumno genere un desinterés por estas tecnologías y crea un rezago que quizás comprenderá demasiado tarde. El uso de ChatGPT y tecnologías semejantes es una realidad que seguirá avanzando y cada vez será más útil en distintas áreas. Es imperativo no tenerles miedo y aprender a usarlas adecuadamente para aprovechar al máximo sus beneficios [10]. Con lo anterior, es importante no confundir este mensaje, no se debe buscar que todas las personas aprendan herramientas de IA, pero sí se debe entender que antes del 2050 todas las profesiones estarán apoyadas de herramientas de IA, y aquellos que no las dominen, enfrentarán consecuencias profesionales [10].

Conclusiones

ChatGPT es una novedosa herramienta de IA que llegó para quedarse y ayudarnos en diversas actividades. Pese a la controversia generada por los peligros relacionados a su mal uso en áreas como la educación, es importante discutir sobre sus beneficios y riesgos. Este trabajo de divulgación proporciona un panorama general de los beneficios y riesgos de ChatGPT en la educación mexicana, así como la importancia de su uso correcto para evitar consecuencias negativas en la comunidad académica y estudiantil. Es importante entender que no debemos temer ni ignorar estas tecnologías, pues son y serán parte de nuestra vida cotidiana de ahora en adelante. Es por ello que, este trabajo es crucial para difundir la importancia de aprender ChatGPT y sus variantes, así como incentivar la inversión del sector privado en estos conocimientos para el público estudiantil general. Solo así lograremos crecer como país en términos de aprendizaje inteligente, pues es bien sabido que la educación es la solución a la mayoría de los problemas de la sociedad.✳

REFERENCIAS

1. Singh, K. S., Kumar, S. y Mehra, P. J. (2023). Chat GPT & Google Bard AI: A Review. En *International Conference on IoT, Communication and Automation Technology (ICICAT)*. Gorakhpur, India, 1–6.

2. Li, Y. (2023). The study of evolution and application related to the Chat GPT. En *International Conference on Artificial Intelligence, Database and Machine Learning (AIDML 2023)*. Rotterdam, Netherlands, 185–188.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

3. Deng, J. y Lin, Y. (2022). The Benefits and Challenges of ChatGPT: An Overview. *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, 2(2), 81–83.

4. Kuisma, T. y Takahashi, N. (2023). Chatbot - Online tutorial system. Supporting nursing students with immigrant background. Bachelor thesis, Bachelor's degree program in nursing. LAB University of Applied Sciences, Finland.

5. Halaweh, M. (2023). ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology*, 15(2), 1-11.

6. Terrazas, R. O. (2023). ChatGPT y los retos de la educación media superior a distancia en México. *Revista mexicana de bachillerato a distancia. Universidad Autónoma de México*, 29(15), 1-4.

7. Almazan, R. Y., Parra-Gonzalez, E. F., Zurita-Aguilar, K. A., Miranda, M. J. y Carranza, B. D. (2023). ChatGPT: La inteligencia artificial como herramienta de apoyo al desarrollo de las competencias STEM en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. *ReCIBE, Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 12(1), 1-12.

8. Velasco-Aragón, I.J., Rodríguez, G. M-A., Arteaga, U. H., Simancas-Altieri, I. M. y Villareal, G. S. L. (2023). Impactos de Chat GPT en la docencia. *Revista CISA, Conocimiento, Identidad, Sociedad y Acción*, 5(5).126-135.

9. Som-Biswas, M. D. (2023). Role of Chat GPT in Education. *Journal of ENT Surgery Research*, 1(1), 1-3.

10. Almaududi-Ausat, A. M., Massang, B., Efendi, M. y Nofirman, R. Y. (2023). Can Chat GPT Replace the Role of the Teacher in the Classroom: A Fundamental Analysis. *Journal on Education*, 5(4),16100-16106.

SOBRE LOS AUTORES



José Eduardo Hernández Haro Estudiante del programa doctoral en Ciencias de la Electrónica y la Computación, y profesor de estudios superiores de ingeniería, ambas profesiones en la Universidad de Guadalajara. Sus intereses de investigación incluyen el control automático, el cómputo evolutivo, la optimización multi-objetivo y sistemas de energía.



Nayeli Areli Perez Padilla Estudiante del Doctorado en Ciencias de la Electrónica y la Computación, Ingeniera Bioquímica de formación y Maestra en Ciencias en Innovación Biotecnológica. Dedicada al desarrollo de productos innovadores en el área biotecnológica y biomédica.



Omar Avalos Alvarez Doctor en Ciencias con orientación en Control Automático y Sistemas Inteligentes en la Universidad de Guadalajara. Sus líneas de investigación son el cómputo evolutivo, procesamiento de imágenes, aprendizaje máquina y aplicaciones en energía.



Imagen tomada de: https://www.forbes.com.mx/chat-gpt-el-chat-de-inteligencia-artificial/.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

Incorporación de ChatGPT como herramienta para la enseñanza de Ciencias Básicas

Elena Elsa Bricio Barrios, Santiago Arceo Díaz y Flabio Dario Mirelez Delgado

La pandemia y sus consecuencias en educación superior

Hace 3 años, la educación a nivel mundial cambió drásticamente a causa de la pandemia de COVID-19. En México, el retorno a las aulas requirió casi dos años y se estima que tomará de entre dos y cinco años para que la calidad del proceso educativo retorne al nivel académico que tenía antes de la emergencia sanitaria [1].

Durante la etapa comprendida entre marzo de 2020 y febrero de 2022, las autoridades mexicanas establecieron que las actividades de docencia se realizarían de forma no presencial. Como consecuencia, el personal docente y los estudiantes de nivel superior se vieron en la necesidad de adaptarse a nuevas modalidades de enseñanza y aprendizaje.

Uno de los principales desafíos durante esta fase no presencial, fue la restricción en la forma en la que profesores y estudiantes podrían comunicarse. En casos en los que se disponía de la infraestructura necesaria, esto se pudo solventar mediante plataformas digitales e internet. Así, las clases pudieron desarrollarse mediante reuniones virtuales y las actividades complementarias para evaluar el aprendizaje de los alumnos (como tareas, proyectos y exámenes) se entregaron mediante correo electrónico o plataformas digitales. Esto implicó un cambio significativo en la forma en la que se desarrolló el proceso de enseñanza y evaluación del estudiantado, así como de las habilidades que ponían en práctica para la comunicación del conocimiento.

Además de los cambios en la dinámica de comunicación de los alumnos y profesores durante las clases virtuales, surgió la necesidad de identificar e implementar estrategias efectivas de enseñanza-aprendizaje. A medida que los estudiantes se adaptaban al entorno de comunicación y trabajo remoto inherente a la educación en línea, quedó patente que el aprendizaje de las Ciencias Básicas presentaba desafíos particulares.

El aprendizaje de las Ciencias Básicas, en comparación con otras disciplinas, suele requerir un mayor nivel de abstracción y de la repetición de ejercicios de práctica, que demandan una cantidad considerable de esfuerzo, tiempo y dedicación [2]. Estos requisitos son importantes para que los estudiantes se familiaricen con los formalismos matemáticos necesarios para la comprensión de las Ciencias Exactas. Sin embargo, los docentes al desconocer los retos de la enseñanza a distancia, decidieron impartir sus asignatura como si se tratase de clases presenciales y, al paso de las semanas, se redujo la interacción del profesor-alumno perdiéndose el diálogo, convirtiendo a los participantes en escuchas pasivos.

Herramientas digitales para reducir el rezago en el aprendizaje de las Ciencias Básicas

Con el objetivo de abordar los desafíos inherentes al aprendizaje de las matemáticas en entornos virtuales, los educadores dedicados a la enseñanza de Ciencias Básicas han recurrido a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas pedagógicas fundamentales.

Las TIC no solo han proporcionado una plataforma de libre acceso para la creación de contenido educativo, sino que también han demostrado ser instrumentos valiosos para mejorar diversos aspectos de la enseñanza de las Ciencias Exactas, desde facilitar la redacción y la presentación de fórmulas matemáticas hasta brindar apoyo en la resolución de problemas complejos mediante plataformas como Symbolab, Maple y Wolfram.

Además, la integración de graficadores, como Geogebra y Desmos, ha permitido la validación visual de ejemplos de funciones, mientras que la creación de simulaciones interactivas ha mejorado significativamente la comprensión de conceptos clave en las ciencias [3].

Este enfoque innovador no solo ha optimizado la adaptación a la enseñanza en línea, sino que también ha enriquecido la calidad y la accesibilidad de la educación en matemáticas.

Por su parte, los estudiantes vertieron su atención hacia vídeos educacionales en plataformas populares como YouTube, TikTok y Khan Academy, que les permitían repetir y detener la grabación tantas veces como quisieran. Inclusive, en algunos casos, los propietarios de los recursos digitales ofrecían asesoría a través de una subscripción monetizada.

La reactivación de las actividades culturales, sociales y escolares en México fue posible gracias a la compren-

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

sión de los mecanismos de transmisión del virus causante del COVID-19 por parte de la comunidad científica y tecnológica. Además, se logró gracias a la colaboración activa de la sociedad al seguir las medidas sanitarias recomendadas y a una intensa campaña de vacunación implementada por el gobierno federal mexicano [4].

Al concluir el aislamiento voluntario, se retornó a las aulas. Los docentes, al disponer de las TICs que elaboraron durante la pandemia y los estudiantes, con nuevas fuentes para obtener información en tiempo real, buscaron en conjunto aminorar el rezago académico tras dos años de aislamiento social y, con ello la posibilidad de buscar en conjunto herramientas digitales que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje, tal como lo han sido los chatbots.

Los chatbots, inicialmente concebidos como asistentes virtuales para resolver consultas logísticas, evolucionaron con la Inteligencia Artificial y acceso a información cultural y educativa en tiempo real [5]. A pesar de su utilidad, algunas personas los malinterpretan como fuentes confiables para resúmenes de libros o procedimientos numéricos [6].

ChatGPT, lanzado en 2022 y popularizado en su versión 3.5 en chat.openia.com, se ha convertido en una herramienta valiosa para estudiantes al proporcionar información en tiempo real. En un estudio de Farrokhnia et al. [7], se examinaron sus beneficios educativos, destacando su comunicación instantánea pero señalando limitaciones en términos especializados y errores en cálculos hasta 2021.

¿Qué le preguntan los estudiantes a los chatbots?

Durante el semestre agosto-diciembre de 2023, se incorporó el uso de chatbots como herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas de Ciencias Básicas en estudiantes adscritos al Instituto Tecnológico de Colima: dos grupos de Ingeniería Industrial, con 26 y 32 alumnos respectivamente, cursaban la asignatura de Cálculo Vectorial en su tercer semestre; un grupo de 24 estudiantes de tercer semestre de Ingeniería en Sistemas, enfocados en la asignatura de Métodos Numéricos y 14 participantes de quinto semestre de Ingeniería Bioquímica, abordando la materia de Programación y Métodos Numéricos.

La elección de estas carreras y asignaturas se basa en la diversidad de aplicaciones prácticas y a corto plazo del alumnado. Por ejemplo, los alumnos de Ingeniería Industrial aplicarán las matemáticas para optimizar procesos industriales. Los ingenieros de Sistemas cultivan un pensamiento crítico y analítico que es esencial al construir algoritmos, mientras que los ingenieros de Bioquímica pueden explicar fenómenos físicos, químicos y biológicos mediante modelos matemáticos. Aunque a primera vista, estas carreras pueden parecer no estar interconectadas, todas comparten el uso de plataformas digitales para aprender y el temor a los procedimientos que requieren desarrollar un formalismo matemático.

La investigación inició en la segunda semana del semestre, al invitar a los estudiantes a contestar una encuesta elaborada en Google Forms, donde, a excepción de elegir la asignatura que estaban cursando, las respuestas de cada participante fue anónima y confidencial. A continuación, se muestra las preguntas y respuestas:

1. ¿Consideras a los chatbots como fuente confiable de información? Todos los participaron respondieron que sí.
2. ¿Cuál es tu grado de confort del uso de estas herramientas como TIC en tu formación académica? 93 reportaron "muy de acuerdo" y 2 de ellos indicaron "ni de acuerdo ni desacuerdo".
3. ¿Con qué frecuencia usas esta IA en tus actividades escolares? 88 indicaron que lo usan al menos una vez por semana, 4 personas cada dos semanas y el resto no recordaba.
4. ¿Qué chatbot consideras más adecuado para aprender a comunicarse? 86 participantes respondieron ChatGPT, 7 seleccionaron a Bing y el resto no respondió.
5. ¿Qué actividades académicas realizas con los chatbots? Según la carrera, se observan patrones específicos:
    - Estudiantes de Ingeniería Industrial utilizan la plataforma para acceder a información local sobre justicia social, respeto, equidad, y temas abordados en asignaturas como Desarrollo Sustentable e Historia y Estudio del Trabajo. En Ciencias Exactas, buscan el procedimiento de operaciones en asignaturas como Estadística y Álgebra Lineal, aunque a veces encuentran dificultades en la comunicación con la IA.
    - Participantes de Ingeniería en Bioquímica encuentran útil la plataforma para resumir artículos científicos especializados en asignaturas como Bioquímica del Nitrógeno y Física, además de resolver ejercicios en Instrumentación y Control.
    - Alumnos de Ingeniería en Sistemas, familiarizados con ChatGPT, lo usan para verificar errores y generar códigos en SQL, C, Java, y para la creación y documentación de códigos en Python.

Con base en el cuestionario, se determinó que los estudiantes de Ingeniería Industrial, Bioquímica e Ingeniería

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

en Sistemas utilizarían ChatGPT para validar procedimientos en cálculo vectorial, construcción de seudocódigos y mejora de códigos, respectivamente.

Un ejemplo en Ingeniería Industrial involucró el uso del chatbot para validar el procedimiento de eliminación paramétrica. El docente guió paso a paso en el pizarrón, transcribió cada paso en la conversación y pidió a los estudiantes verificar la corrección de sus ejercicios, como se muestra en la Figura 1.

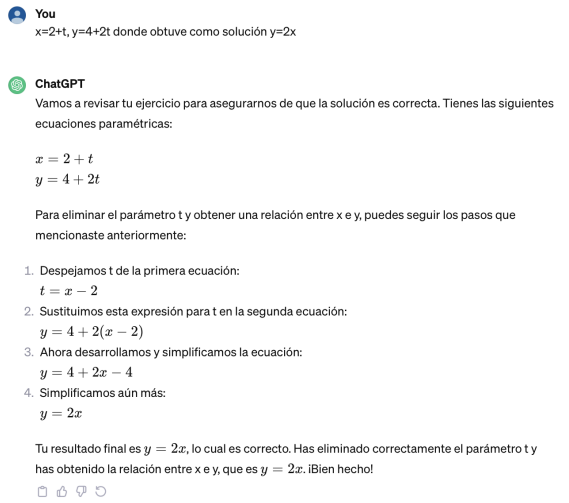


Figura 1. Validación de ejercicios de eliminación paramétrica.

La siguiente etapa consistió en motivar a los estudiantes de Ingeniería Industrial para construir un diálogo con la IA. Para lograrlo, el profesor les asignó un proyecto que pretendía identificar un objeto de la vida diaria que sea descrito a través de una función de superficie de nivel. Después de crear un foro de discusión entre los participantes en el interior del aula, se acordó una estructura de la conversación con ChatGPT y, con ayuda del docente, se redactó el siguiente enunciado:

"Hola, chat. Soy estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial y estoy cursando la asignatura de Cálculo Vectorial. En este momento estamos trabajando con el tema de superficies de nivel y, el profesor nos pidió identificar una función que describa un objeto de la vida diaria. ¿Me puedes ayudar?". La respuesta a esta conversación se muestra la Figura 2.

En el caso de los alumnos de la carrera de Ingeniería en Bioquímica que cursaban por primera ocasión una asignatura asociada a la programación, se hizo énfasis en que los estudiantes construyeran pseudocódigos y la IA cumpliera la función de interpretar el pseudocódigo y crear un código en el lenguaje de programación Octave online.

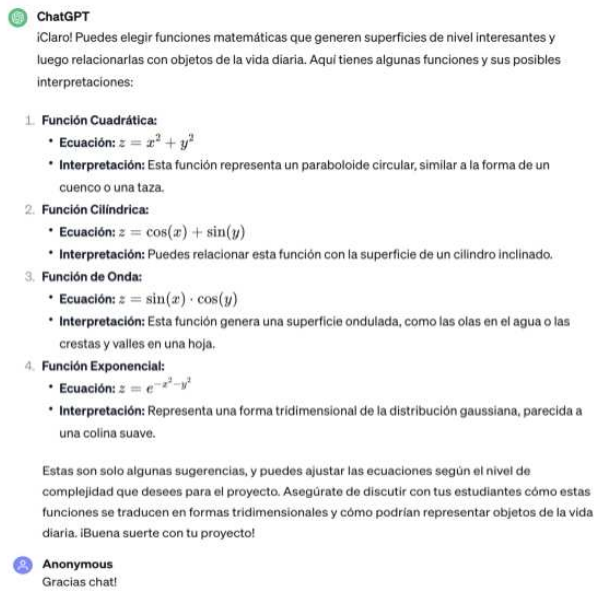


Figura 2. Superficies de nivel asociada a objetos de la vida diaria.

Durante la sesión presencial, el docente desarrolló un ejercicio de graficación de funciones en el pintarrón. A continuación, le solicitó a los alumnos que replicaran el procedimiento plasmado y la construcción de un pseudocódigo que fue ingresado al chatbot para obtener como respuesta el código. La Figura 3 muestra la conversación de un participante con la IA.

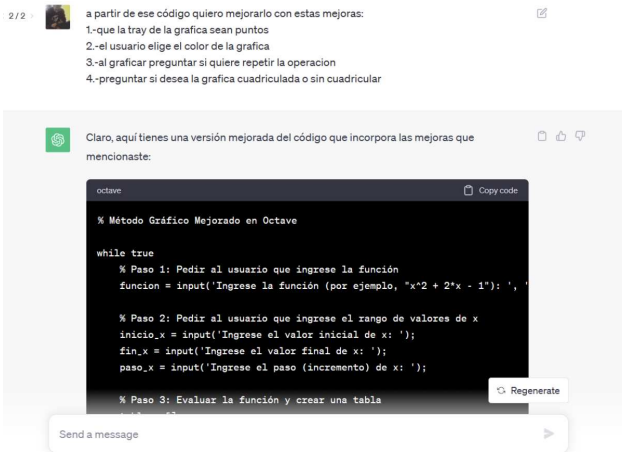


Figura 3. Construcción de código a partir de un pseudocódigo.

A continuación, el estudiante migró el código creado por ChatGPT hacia la plataforma Octave online para validar el algoritmo con el procedimiento a mano. No obstante, en ocasiones, el algoritmo no compilaba y, a pesar de la insistencia del estudiante hacia el chatbot de corregir el problema, la IA no fue capaz de identificar la

falla y era notoria la frustración de los participantes. Este patrón fue recurrente en la mayoría de los participantes de Bioquímica.

La siguiente etapa consistió en utilizar esta plataforma para conocer el procedimiento para obtener la integral numérica por el método de Simpson de $\frac{1}{3}$. Como primera etapa, el docente y los alumnos presentes, discutieron cuales eran los pasos para la solución del método de aproximación. A continuación, propusieron una función y las cotas de integración y siguieron los pasos acordados para calcular de la integral definida por el método de aproximación. Finalmente, le solicitaron a ChatGPT les indicara el procedimiento y la solución del ejercicio que desarrollaron a mano. La Figura 4 muestra la conversación generada con el chatbot.

¿Cómo enseñar a los estudiantes a comunicarse con ChatGPT con base en sus habilidades y necesidades?

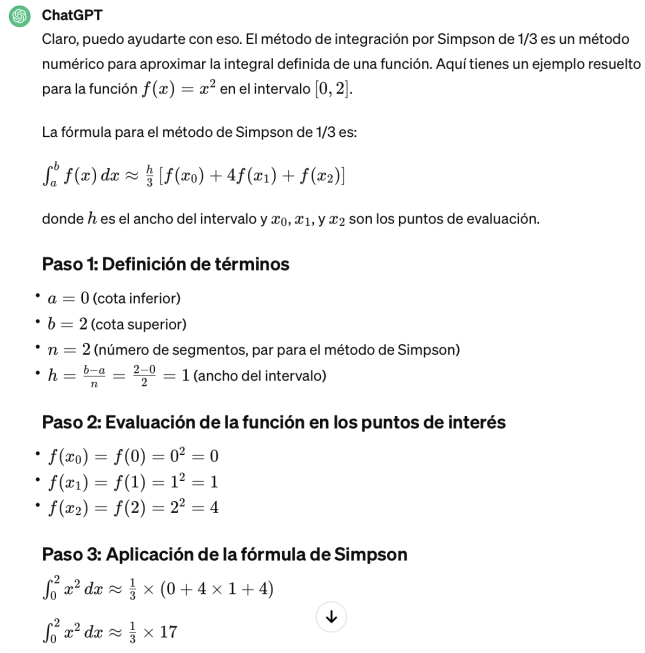


Figura 4. Validación del Método de Simpson $\frac{1}{3}$.

Si bien, la fórmula del método de aproximación es correcta, así como la definición de las cotas y evaluación de la función. Esta plataforma falló al sustituir los datos en la fórmula de integración (paso 3) al confundir:

$$0 + 4 * 1 + 4 = 17 \tag{1}$$

en lugar de:

$$0 + 4 * 1 + 4 = 8 \tag{2}$$

Para los participantes de Ingeniería en Sistemas, la técnica de enseñanza se basó en el desarrollo de ejercicios a mano, la construcción de un pseudocódigo y, a diferencia de los estudiantes de Bioquímica; la construcción de un código en el lenguaje de programación Octave.

Como primer ejercicio del uso de ChatGPT, el profesor desarrolló un ejemplo para identificar una de las raíces de una función no lineal a través del método de Newton-Raphson. A continuación, el docente y los alumnos construyeron el pseudocódigo y código en Octave 3.5. Sin embargo, el código de algunos estudiantes no se ejecutaba. Esto se debe a que instalaron diferentes versiones de Octave y, con ello, algunos comandos diferentes generando confusión entre los participantes.

Para resolver esta problemática, el profesor les solicitó que realizaran una conversación con el chatbot y le solicitaron la revisión del código que ellos construyeron y que la IA añadiera los comandos de la versión que ellos tenían instalados en su computadora. Con la respuesta generada, migraron el código y en caso de que no funcionara, le pedían que revisara o cambiara a comandos que son funcionales en su versión Octave, tal como se muestra en la Figura 5.

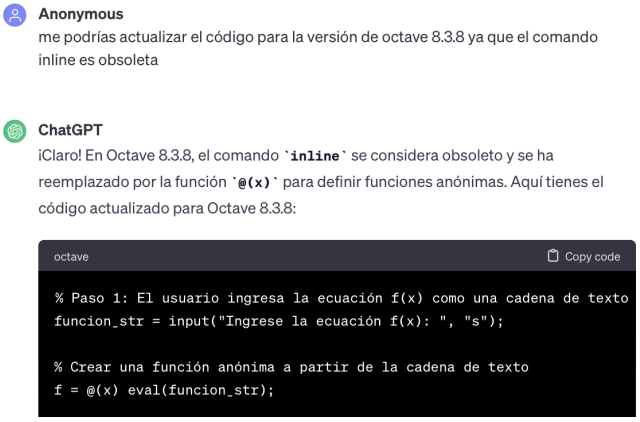


Figura 5. Corrección de códigos en Octave.

Al observar que los estudiantes de Ingeniería en Sistemas adquirieron la habilidad de comunicarse con mayor facilidad con la IA respecto a otros participantes de las otras carreras, se planteó la siguiente actividad: el docente planteó un sistema de 3 ecuaciones y 3 incógnitas y obtuvo las raíces de este ejemplo por medio del método de Gauss. Mientras usaba el pintarrón, describió los pasos y, a la par, los participantes escribían en su libreta el pseudocódigo.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

A continuación, los estudiantes crearon un pseudocódigo y un código que describe el método de eliminación por Gauss y alimentaron esta información hacia ChatGPT y solicitaron que revisara el algoritmo. Una vez que validaron que fuera funcional el código, el profesor les narró la siguiente restricción: "si un coeficiente de la diagonal principal es nulo, deben cambiar la ecuación de posición en el sistema de ecuaciones, de tal manera que la diagonal principal nunca tenga elementos con la magnitud cero". Cada estudiante analizó la petición y tecleó la solicitud a la IA. La Figura 6 muestra la conversación.

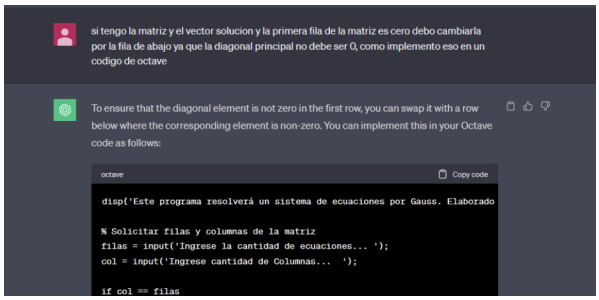


Figura 6. Incorporación de una restricción al método de eliminación Gaussiana.

¿Que estrategias podrían usarse para favorecer el aprendizaje de los estudiantes al usar ChatGPT?

Los estudiantes de Ingeniería Industrial expresaron su necesidad continua de resúmenes en asignaturas de ciencias humanísticas. El docente podrá enfocarse en mostrar a formular preguntas específicas y claras para obtener resúmenes concisos y relevantes de ChatGPT en temas de ciencias humanísticas.

Para materias como Álgebra Lineal y Cálculo Vectorial, donde los estudiantes ya han aprendido a resolver dudas específicas utilizando aplicaciones conocidas como Symbolab y Photomath, podría formular preguntas más complejas y específicas para obtener explicaciones detalladas y relevantes de ChatGPT.

Los estudiantes de Bioquímica consideran que adquirir versiones más avanzadas de ChatGPT les permitirá obtener información más confiable para la validación de ejercicios. Emplear esta herramienta les permitirá verificar y validar sus respuestas y soluciones de manera efectiva, haciendo preguntas específicas y comparando resultados con fuentes confiables. Los estudiantes de Ingeniería en Sistemas han aprendido a validar sus algoritmos y documentar sus códigos utilizando ChatGPT. Al disponer de un chatbot que les ofrezca una solución inmediata a sus necesidades de codificación se abre la posibilidad de que exploren en nuevas plataformas.

ChatGPT, ¿es el nuevo Wikipedia?

En la actualidad, los chatbots, como ChatGPT, están marcando la próxima fase en la evolución de las fuentes de información educativa. A diferencia de Wikipedia, que revolucionó el acceso al conocimiento, los chatbots ofrecen una interacción dinámica en tiempo real, proporcionando información estática y adaptándose a diversos estilos de aprendizaje. Este estudio destaca a ChatGPT como un recurso educativo interactivo que puede adaptarse y proporcionar explicaciones personalizadas. Dada la naturaleza exploratoria de este trabajo, es crucial identificar las habilidades y necesidades de los estudiantes antes de integrar esta herramienta en la enseñanza de otras áreas.

Cabe resaltar que, según Pozo en [8], la adición de dinámicas de clase, como foros de discusión y debates, potenció el aprendizaje significativo al utilizar ChatGPT. Aprendemos de la experiencia inicial durante la pandemia en 2020 que estas tecnologías pueden ser una herramienta valiosa si se incorporan adecuadamente en el entorno educativo. Es esencial entender que los chatbots no buscan reemplazar a los profesores ni ser la única fuente de información; más bien, debemos educar a los estudiantes sobre cómo aprovechar la sinergia entre la tecnología y la educación, tal como lo hicieron durante la transición a la educación en línea en 2020.✷

REFERENCIAS

1. IMCO. (2023). Instituto Mexicano de la Competitividad. En `https://acortar.link/wlVKww` Recuperado el 23 de noviembre del 2023.

2. Palma, P., Benavides J., Saltos, L. (2020). Los formatos bibliográficos en la redacción de textos científicos. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*,5(3), 62-71.

3. Pope, D. (2023). Using Desmos and GeoGebra to Engage Students and Develop Conceptual Understanding of Mathematics. *Technology Integration and Transformation in STEM Classrooms*, 104-129.

4. Informe Integral de COVID. (2023). En. `https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2022/01/Informe-Integral_COVID-19_12ene22.pdf` Recuperado en 27 de noviembre de 2023.

5. Guamán, M. (2023). ChatGPT, ventajas, desventajas y el uso en la Educación Superior. *Revista de Investigación Científica*, 7(1), 3-8.

6. Soria, L., Sánchez, R., López, M., Navarro, A. y Ramírez, M. (2022). Modelos educativos y procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel superior: Una exploración conceptual. *Emprennova*, 2(4), 277-290.

7. Farrokhnia, M., Banihashem, K., Noroozi, O., Wals, A. (2023). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-15.

8. Pozo, G. (2023). Sitio Web con recursos digitales 4.0, sobre la herramienta ChatGPT, para estudiantes técnico universitario. Tesis de Maestría:Universidad Tecnológica Israel, Ecuador.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

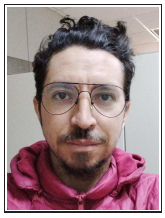
SOBRE LOS AUTORES



Elena Elsa Bricio Barrios Ingeniera Química Metalúrgica, Maestra en Ciencias en Ingeniería Química y doctorante en Ingeniería Química. Actualmente es profesora del Tecnológico Nacional de México campus Colima. Cuenta con el reconocimiento PRODEP. Es miembro del cuerpo académico Tecnologías Emergentes y ha codirigido tesis de la Maestría en Sistemas Computacionales.



Santiago Arceo Diaz Licenciado en Física, Maestro en Física y Doctor en Ciencias (Astrofísica). Profesor del Tecnológico Nacional de México campus Colima. Cuenta con el reconocimiento SNII nivel I y PRODEP. Pertenece al núcleo académico de Maestría en Sistemas Computacionales y es colaborador del cuerpo académico Tecnologías Emergentes. Ha dirigido tesis de la Maestría en Sistemas Computacionales y Maestría en Arquitectura Sostenible y Gestión Urbana.



Flabio Darío Mirelez Delgado Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica en la Universidad Autónoma de Zacatecas y Maestro en Robótica y Manufactura Avanzada en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Profesor asociado de tiempo completo en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas IPN. Sus principales intereses son la robótica móvil, el control automático y la visión artificial.

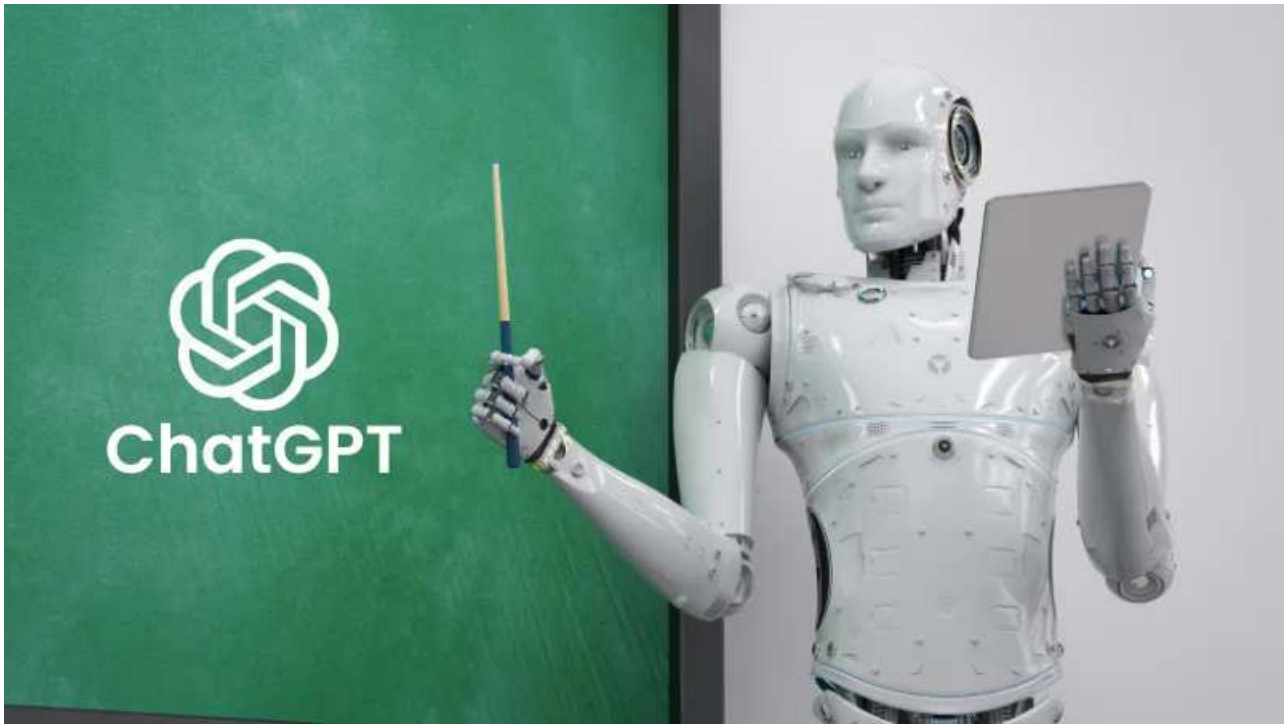


Imagen tomada de: https://universoabierto.org/2023/11/30/chatgpt-cambiara-la-educacion-no-la-destruira/.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

Fomentando la lectura y la imaginación en cuentos infantiles con Inteligencia Artificial Generativa

Nayeli Joaquinita Meléndez Acosta, Edmundo Bonilla Huerta, José Federico Ramírez Cruz y Yesenia Nohemí González Meneses

Introducción

La alfabetización es un factor vital en el desarrollo de una persona, en estos tiempos en la era de la tecnología, 244 millones de niños y jóvenes no asisten a la escuela y existen cerca de 770 millones de personas en el mundo que son analfabetas [1]. Aunado a esto, América Latina y el Caribe (ALC) enfrenta una profunda crisis educativa sin precedentes, ya que los estudiantes presentan carencias en las habilidades básicas de lectura y matemáticas, debido a los efectos producidos por el COVID-19 como el hecho de que muchas escuelas tuvieron que cerrar sus puertas. Esta situación es alarmante, ya que antes de la pandemia esta región ya sufría una crisis educativa según el Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE) de 2019.

Los sistemas educativos en ALC deben centrarse en aumentar significativamente el desarrollo de competencias básicas, ya que los resultados en lectura del ERCE 2019 mostraron que el 44 % de los alumnos de 3○ grado y el 69 % de los alumnos de 6○ grado no poseen las competencias mínimas (lectura y matemáticas). En México los datos revelaron que el 37 % y el 58 % de estudiantes de 3○ y 6○ grado, respectivamente, se encuentran por debajo del nivel mínimo de comprensión lectora [2].

La lectura es una parte importante en el desarrollo de un niño, ya que potencia la empatía y la inteligencia emocional, y al mismo tiempo le permite desarrollar habilidades cognitivas y sociales esenciales. Los niños entre 3 y 11 años desarrollan significativamente habilidades lingüísticas y de alfabetización que ayudan en el aprendizaje de vocabulario, gramática y pronunciación. Además, en esta edad es cuando emerge la lectura y la escritura [3, 4].

Actualmente la mayoría de los niños de primaria en ALC no pueden leer ni comprender una historia sencilla; la crisis educativa ubica a la región en el segundo peor lugar a nivel mundial, después de la región de África [5]. Así que debemos buscar herramientas para la enseñanza efectiva de la lectura, siendo una de estas los libros ilustrados, que apoyan la adquisición de conocimientos y habilidades para el aprendizaje indirecto y brindan un contenido importante que aumenta la conciencia cultural, la conciencia lingüística y la motivación [6]. A medida que avanza la tecnología también aumenta el acceso a recursos de enseñanza y aprendizaje, siendo uno de ellos el libro digital de acceso libre.

Es necesario revisar los programas de estudio vigentes para priorizar las habilidades principales de alfabetización (lectura y escritura). Los niños deben desarrollar habilidades solidas de lectoescritura (leer, escribir, hablar y comprender textos), ya que son fundamentales para el aprendizaje; además, existe una fuerte correlación entre la lectura y el éxito académico. Los niños son nuestros lideres del futuro, así que este problema puede ser abordado con herramientas tecnológicas, incluida la inteligencia artificial.

Una de las tareas primordiales de la literatura infantil es fomentar el amor por la lectura y favorecer su aprendizaje

La tecnología en la educación

Actualmente en las escuelas los dispositivos táctiles como tabletas, celulares y computadoras son utilizados como medio complementario para actividades de enseñanza-aprendizaje, hacer tareas, resolver problemas y en particular en actividades de lectura. Así, la tecnología digital ofrece dos grandes oportunidades a la lectura, por un lado, aumenta las oportunidades de práctica (replicando las experiencias de lectura) y, por otro lado, capta la atención de los estudiantes al variar la forma de presentar el contenido (proporcionando materiales de lectura distintos), permitiendo estimular la interacción [7].

La difusión de dispositivos táctiles ha permitido que los niños de edad preescolar estén más expuestos a la lectura de libros en pantalla que a los libros de papel, además la digitalización de los libros aumenta el acceso y la distribución, y hoy la disponibilidad de los libros electrónicos es cada vez mayor. Además, de la lectura tradicional a través de un libro de papel, la tecnología proporciona alternativas para que los niños puedan leer (ver Figura 1).

La disponibilidad de los libros electrónicos y la facilidad de uso de los dispositivos táctiles han permitido que los niños de hoy de tan solo 3 años cuenten con la habili-

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

dad para encender un dispositivo, seleccionar un libro y leerlo. La tecnología puede ayudar a fomentar la lectura a través de libros electrónicos ya que presentan grandes oportunidades para que los niños lean.

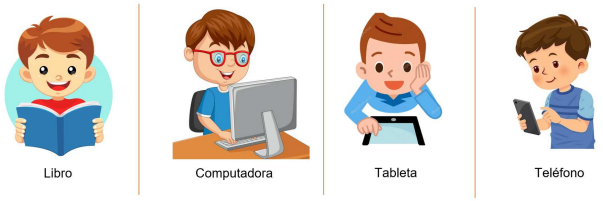


Figura 1. Lectura tradicional y alternativas con tecnología.

Según la teoría dual de Paivio [3, 6], la incorporación de más información a un libro electrónico. Por un lado, puede ayudar a los niños a construir conexiones más fuertes entre la información ayudando a que entiendan y retengan mejor la historia, debido a que la información se presenta por dos canales distintos, el visual y el auditivo. Por otro lado, si la información adicional no esta relacionada con la historia podría causar una sobrecarga cognitiva en los niños provocando que parte del contenido de la historia sea ignorado o distorsionado, porque tiene que cambiar entre múltiples canales de información y los niños tienen capacidad cognitiva limitada.

Así que la información adicional debe estar relacionada con el contenido de la historia. Entonces debemos seleccionar cuidadosamente el contenido que se debe agregar; por ejemplo, la ilustración en los libros es el compañero del texto que lo clarifica y lo explica; particularmente su presencia en libros para niños ayuda en el aprendizaje de la lectoescritura y fomenta el hábito de la lectura. Además, las ilustraciones facilitan y mejoran las capacidades cognitivas como la motivación, la concentración y aumenta la claridad del contenido del texto.

En la literatura infantil, las ilustraciones son adecuadas para la educación debido a que los niños disponen más del 90 % de su tiempo y atención a las ilustraciones de un libro [3b]. Así la ilustración usada en contextos educativos expande y redimensiona al texto, de esta forma la interacción entre texto e imagen construye una alianza poderosa para comunicar ideas, fomentar el amor por la lectura y promover una lectura más profunda y rica.

La ilustración es un valioso instrumento para aumentar y enriquecer la experiencia lectora; así que podríamos utilizarla para ayudar en la educación de los niños a través de los libros fomentando los hábitos de lectura y la imaginación.

La inteligencia artificial puede desempeñar un papel central en la educación de los niños al crear herramientas que promuevan y ayuden a mejorar sus habilidades de lectura.

Inteligencia Artificial Generativa

En el campo de la educación infantil, la inteligencia artificial (IA) se utiliza cada vez más para mejorar el aprendizaje y el desarrollo de los niños, al mismo tiempo las nuevas tecnológicas como los dispositivos inteligentes brindan oportunidades para que los niños adquieran habilidades lingüísticas y de alfabetización.

Una rama de la IA es la Inteligencia Artificial Generativa (IA generativa), la cual crea automáticamente contenido nuevo en respuesta a indicaciones como texto o imágenes principalmente. Esta tecnología puede ser usada en la educación en beneficio de los niños para fomentar la lectura y motivarlos a seguir leyendo.

Las IAs generativas nos permiten crear contenidos atractivos como: texto, imágenes, animaciones, videos, música, entre otros. Estos modelos analizan estadísticamente el contenido recopilado de medios en línea como páginas web y redes sociales, para encontrar patrones. Algunos modelos de tecnologías de IA generativa son de texto, de imágenes, de videos y de música principalmente y la mayoría suelen utilizar un tipo diferente de Redes Neuronales Artificiales (modelo matemático que aprende representaciones a partir de datos) conocido como Redes Generativas Adversarias (GAN, por sus siglas en inglés). Una GAN es un modelo de aprendizaje profundo formada por dos redes neuronales que compiten entre sí, por un lado, la generadora crea una salida nueva que se parece mucho a la entrada, con la idea de engañar a la otra red de que la salida es original. Por por otro lado, la discriminadora se encarga de determinar si la salida es original o no, dichas redes tienen roles adversarios. La Figura 2 muestra algunos modelos de la IA generativa, la mayoría de ellos son de uso gratuito, pero con ciertas limitaciones.

El contenido creado con IA generativa puede ser usado para ayudar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, pero debemos considerar que estas herramientas deben ser delimitadas y supervisadas en base a principios éticos y pedagógicos, ya que como destaca la Unesco: la inteligencia artificial ofrece oportunidades para apoyar a los profesores en el desempeño de sus tareas educativas y pedagógicas, pero la interacción humana y la colaboración entre profesores y estudiantes deben seguir siendo el centro de la educación [8].

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

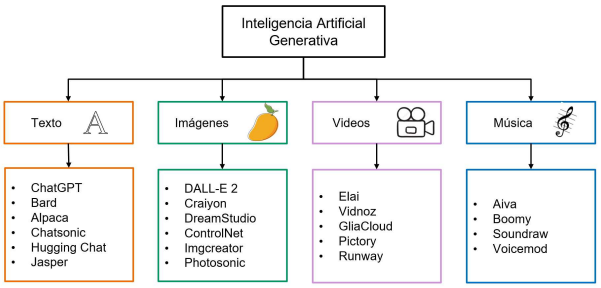


Figura 2. Ejemplos de modelos de Inteligencia Artificial Generativa.

La IA generativa puede ofrecer formas extraordinarias de ayudar a los lectores a empatizar más con los libros, gracias a que genera contenido visualmente rico y diverso, así que debemos aprovechar su poder y usarla de la manera correcta, ya que puede ser un aliado para los educadores y un recurso increíble para los niños, especialmente en lo que respecta a la alfabetización.

Metodología

Para crear un libro con contenido visualmente atractivo y diverso, es indispensable generar una gran variedad de audios, imágenes, animaciones y vídeos, no sólo para embellecerlo sino para mejorar su contenido. Así que es importante tener herramientas capaces de generar audios, imágenes, animaciones y vídeos con la capacidad de tener un control detallado de la salida.

Esta sección presenta el esquema funcional del modelo propuesto (ver Figura 3) para la generación de imágenes realistas, animaciones y animes para libros infantiles utilizando dos modelos de IA generativa. A continuación se explican a detalle cada una de las etapas:

Libro Digital. En esta etapa se realiza la recolección manual de libros digitales de acceso libre que serán utilizados para la generación de nuevo contenido en las pruebas. Por ahora nos centramos en libros ilustrados de cuentos clásicos como: el Principito, el Patito Feo, Cenicienta, Alicia en el País de la Maravillas, entre otros, debido a que este tipo de libros contienen texto que se acompaña de imágenes que reflejan la historia que se está narrando, además, son libros didácticos e informativos en los que se elogia la bondad y se castiga la maldad.

Extracción de metadatos. En esta segunda etapa se realiza la construcción de la tabla de metadatos de las imágenes del libro. Los metadatos son información acerca de datos que nos interesan, para nuestro caso información de las imágenes. Para la extracción de metadatos se utiliza la herramienta pdfimages, la tabla está formada por ocho metadatos: (1) número de imagen, (2) nombre de la imagen, (3) página de localización de la imagen, (4 y 5) las dos dimensiones (ancho, alto) de la imagen, (6) formato de la imagen, (7) número de objeto (localización de la imagen en el pdf) y (8) la etiqueta de la descripción de la imagen.

Lectura de imágenes. En esta etapa se extraen las imágenes de los libros digitales utilizando pdfimages, creando la base de datos de imágenes.

Detector de bordes. Existe diferentes condiciones que permiten a los modelos de IA generativa controlar la salida como los bordes, garabatos de usuario, profundidades, etc. En este trabajo para controlar la salida del modelo ControlNet hemos utilizado la detección de bordes debido a que conservan las propiedades estructurales de una imagen.

Generador de imágenes. Para crear el nuevo contenido hemos utilizado dos herramientas de IA generativa: ControlNet e Imgcreator. Primero, para generar contenido más personalizado es necesario incorporar a los modelos de texto a imagen controles adicionales, más allá del texto que permitan controlar la salida, ya que en muchas aplicaciones del mundo real no se puede confiar solo en el texto. Debido a la calidad de generación y al control agregado hemos utilizado el modelo de difusión ControlNet [9] para la generar imágenes realistas. ControlNet permite generar imágenes utilizando como control el texto y la imagen de bordes, lo que permite conservar la estructura de la imagen. Segundo, para generar imágenes de diferentes estilos utilizamos Imgcreator [10], un generador de imágenes de inteligencia artificial, que toma un texto descriptivo, una imagen o ambos y permite crear una amplia variedad de elementos visuales, especificando el estilo: ilustración o anime.

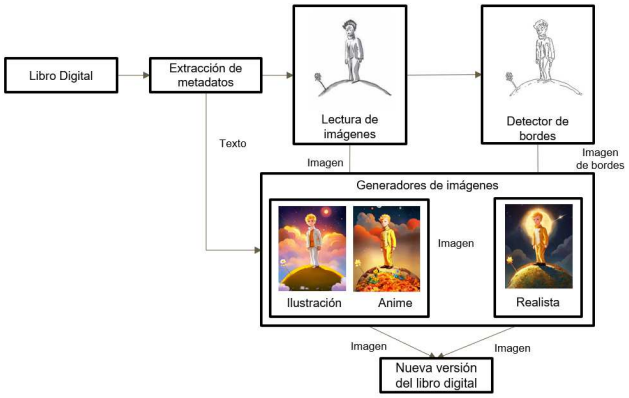


Figura 3. Diagrama de bloques del modelo propuesto.

Nueva versión del libro digital. Finalmente, en esta última etapa las ilustraciones del libro son actualizadas con nuevos contenidos, permitiendo generar una nueva versión del libro.

Resultados

Generamos contenido para libros electrónicos utilizando dos herramientas de IA generativa: ControlNet e Img-

creator. En esta sección se muestran nuestros experimentos al regenerar el contenido que será usado para crear una nueva versión del libro digital, la implementación se realiza en Python. Para las pruebas se han seleccionado dos libros: "El principito" y "El patito feo". Es importante mencionar que en ocasiones es necesario realizar un redimensionamiento de la imagen generada al tamaño original. A continuación, se muestran algunos resultados de la generación de imágenes realistas utilizando bordes o imágenes con estilo ilustración o anime.

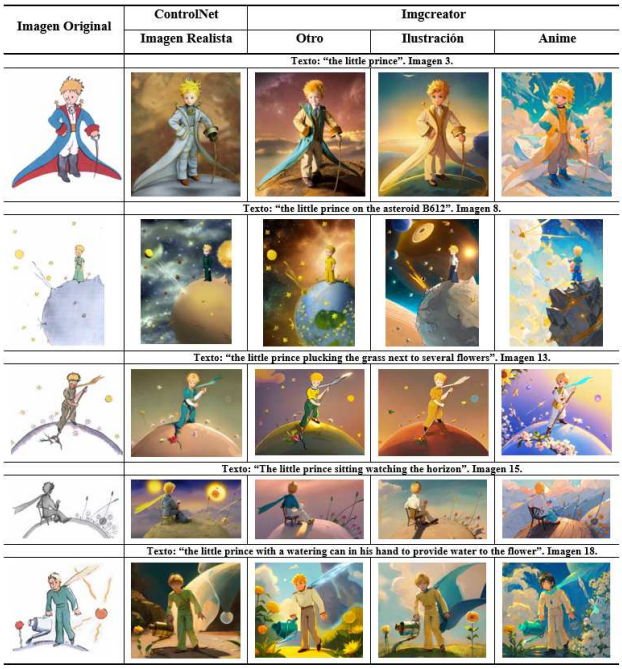


Figura 4. Libro "El principito". Contenido generado con ControlNet e Imgcreator.

Las Figuras 4 y 5 muestran los resultados de generar imágenes utilizando el modelo ControlNet e Imgcreator, para las pruebas se han seleccionado las imágenes 3, 8, 13, 15 y 18 del libro "El principito" y las imágenes 2, 3, 7 y 9 del libro "El patito feo". Hemos seleccionado tres estilos: realista (generada por ControlNet), ilustración y anime (generadas por Imgcreator), además utilizamos como controles para ambos modelos el texto y una imagen. El texto es la etiqueta de la imagen en la tabla de metadatos y la imagen es específica para cada modelo: a ControlNet se le proporciona la imagen de bordes y a Imgcreator la imagen original.

Los resultados muestran que la calidad visual de las imágenes generadas es muy buena y muchos de estos modelos tiene el poder de crear imágenes con diferentes estilos, lo que es muy útil para mejorar la diversidad de libros creados con varios estilos, permitiendo generar contenido diverso que puede fomentar la lectura en niños, ya que los libros con ilustraciones pueden contar la historia dos veces, por ambos medios el verbal y el visual.

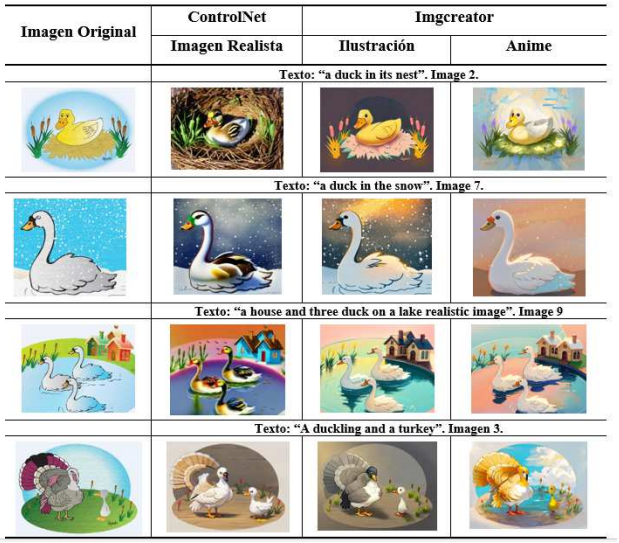


Figura 5. Libro "El patito feo". Contenido generado con ControlNet e Imgcreator.

En la Figura 6 podemos ver la actualización de las imágenes localizada en la página 30 del libro "El principito". La Figura 6(a) muestra la página 30 del libro original, la Figura 6(b) y 6(c) muestran la misma página 30 pero con imágenes estilo ilustración y anime respectivamente. Aquí podemos ver que la variabilidad en las imágenes es un elemento importante en los libros, ya que una imagen puede cambiar su presentación.

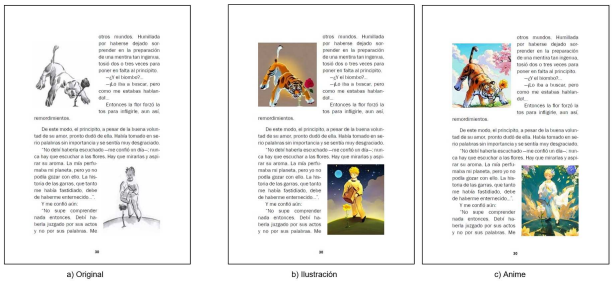


Figura 6. Página 30 del libro "El principito". (a) original, (b) estilo ilustración y (c) estilo anime.



Figura 7. Página 81 del libro "El principito".(a) original, (b) estilo ilustración y (c) estilo anime.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Finalmente, la Figura 7 muestran la actualización de las imágenes de la página 81 del libro "El principito". La Figura 7(a) muestra la página 81 del libro original y la Figura 7(b) y 7(c) muestran la página 81 con imágenes estilo ilustración y anime respectivamente.

Caso de Estudio

Para determinar si las imágenes generadas con inteligencia artificial generativa son del agrado de los niños, hemos realizado un estudio con un enfoque cuantitativo y cualitativo de las respuestas de 31 niños de entre 5 y 9 años de una primaria del estado de Oaxaca para seleccionar imágenes originales o imágenes generadas estilo ilustración o anime. La muestra está compuesta por 31 niños, la distribuida según su grado escolar se muestra en la Figura 8(a). La Figura 8(b) muestra su distribución en cuanto a género. La aplicación se realizó de manera presencial entre los meses de octubre y noviembre de 2023.

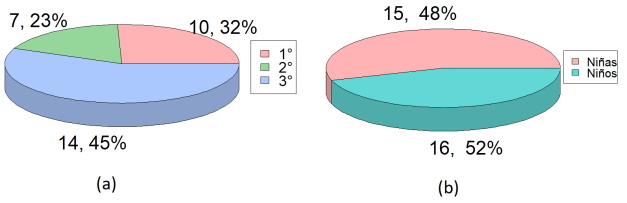


Figura 8. Características de la muestra. (a) niños de cada grado escolar, (b) niños y niñas.

El proceso para la recolección de datos se realizó de la siguiente manera. En la primera fase para obtener los datos estadísticos de las preferencias de los niños, se implementó una aplicación que muestra el libro digital en sus tres versiones: original, versión ilustración y versión anime, esta aplicación nos permite obtener las frecuencias de agrado de las imágenes. Para ello cada niño recibió indicaciones de cómo utilizar la aplicación. Para llevar a cabo esta encuesta se utilizó el libro "El principito", que contiene 33 imágenes. Posteriormente se utilizó como instrumento el cuestionario para identificar la opinión de los niños respecto a los componentes de las imágenes, al igual que en la primera fase, los niños recibieron instrucciones para contestar. Este instrumento está conformado por 5 preguntas, medibles a partir de la escala Likert: me gustó muchísimo, me gustó mucho, me gusto un poco, casi no me gusto y no me gustó. La Figura 9 muestra el proceso de recopilación de datos.

Los resultados de la encuesta realizada a la muestra indican que el 93 % de los niños prefirieron las imágenes con ilustraciones o animes generadas con inteligencia artificial generativa (ver la Figura 10), contrariamente solo el 7 % restante seleccionaron la imagen del libro original.

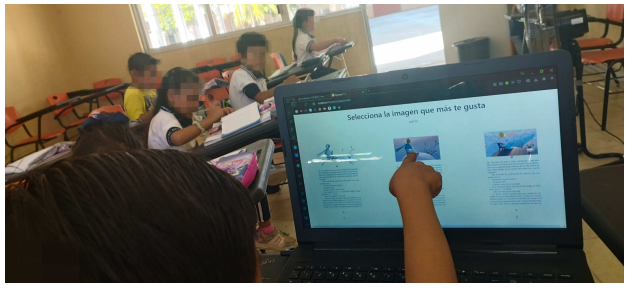


Figura 9. Características de la muestra. (a) niños de cada grado escolar, (b) niños y niñas.

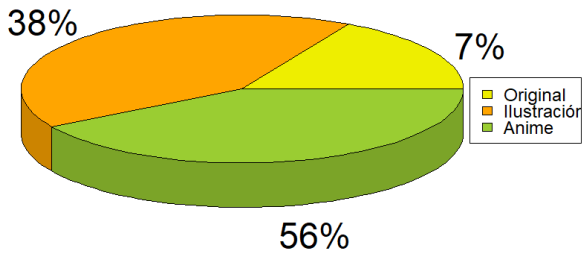


Figura 10. Porcentaje de preferencia de imágenes en sus tres versiones: original, ilustración y anime.

Además, los resultados también muestran que los niños de los tres grados (primero, segundo y tercero) prefieren más los animes que las ilustraciones. Para saber la opinión de los niños sobre el agrado de los diversos elementos de las imágenes se utilizó el análisis de frecuencias, para medir se elaboraron categorías propias: me gustó muchísimo, me gustó mucho, me gustó un poco, casi no me gustó, no me gustó, de esta forma el agrado de los elementos de una imagen se clasifico en cinco categorías. El cuestionario fue representado adicionalmente con emoticones para ayudar a los niños que tuvieran dificultades en comprender la respuesta. Las preguntas nos permitieron evaluar cinco características importantes de las imágenes: el color, el rostro, la vestimenta, el paisaje y el tamaño. La característica de mayor agrado fue "el color", la cual obtuvo en su mayoría la respuesta "me gusta muchísimo".

Conclusiones

En conclusión, los modelos de la IA generativa como: ControlNet e Imgcreator crean contenido visual diverso con gran facilidad y de muy buena calidad. En esta investigación probamos que estos modelos nos permiten generar contenido para nuevas versiones de libros de lectura digitales de acceso libre mejorados con tecnología.

Para determinar el agrado de las imágenes creadas con IA generativa se realizó un caso de estudio en una escuela primaria, los resultados nos indican que el 93 %

de los niños seleccionaron la imagen generada y a más del 75 % de los niños les agradan mucho y muchísimo las imágenes creadas. En la prueba se utilizaron dos estilos, anime e ilustraciones; y se descubrió que tanto las niñas como lo niños prefieren más el estilo anime en comparación con las ilustraciones.

Como trabajo futuro pretendemos crear un libro dinámico, donde el usuario pueda elegir que ilustración ver de un conjunto utilizando realidad aumentada, así concluimos que la herramienta Imgcreator se desempeña mejor para ilustrar un libro infantil, ya que este modelo nos proporciona ciertas ventajas, una de ellas es controlar la salida para generar imágenes muy variadas, pero preservando el contenido.✷

REFERENCIAS

1. UNESCO. (2023). La inteligencia artificial generativa en la educación: ¿Cuáles son las oportunidades y los desafíos?. Recuperado el 17 de noviembre de 2023, de https://www.unesco.org/es/articles/la-inteligencia-artificial-generativa-en-la-educacion-cuales-son-las-oportunidades-y-los-desafios.

2. UNESCO. (2022). Dos años después: Salvando a una generación. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de https://www.unicef.org/lac/media/35631/file/Dos-anos-despues-salvando-a-una-generacion.pdf.

3. Chuang, C., y Jamiat, N. (2023). A systematic review on the effectiveness of children's interactive reading applications for promoting their emergent literacy in the multimedia context. *Contemporary Educational Technology*, 15(2), 1-16.

4. Booton, S., Hodgkiss, A. y Murphy, V. (2023). The impact of mobile application features on children's language and literacy learning: a systematic review. *Computer Assisted Language Learning*, 36(3), 400-429.

5. Banco Mundial, UNICEF y UNESCO. (2023). Cuatro de cada cinco niños en América Latina y el Caribe no podrán comprender un texto simple. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2022/06/23/education-latin-america.

6. Smeets, D. y Bus, A. (2013). Picture Storybooks Go Digital: Pros and Cons. En Neuman S.B., Gambrell L.B. y Massey C. (Eds.) *Reading instruction in the age of common core standards*, International Reading Association, Newark, 176-189.

7. UNESCO (2023). Resumen del informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2023: tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién?. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_spa.

8. Fengchun, M. y Wayne, H. (2023). Guidance for generative AI in education and research. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693.

9. Zhang, L., Anyi, R. y Maneesh, A. (2023). Adding Conditional Control to Text-to-Image Diffusion Models. *IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, 3836-3847

10. Imgcreator.ia (2023). IA Image Generator, text to image, image to image and background changer. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de https://imgcreator.zmo.ai/.

SOBRE LOS AUTORES



Nayeli Joaquinita Meléndez Acosta es una estudiante de doctorado en el Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación en el Instituto Tecnológico de Apizaco. Actualmente, trabaja en la Universidad del Istmo. Obtuvo su grado de maestría en Inteligencia Artificial en la Universidad Veracruzana en 2013. Sus principales áreas de investigación incluyen: Visión Artificial, Aprendizaje Automático y Ciencia de Datos.



Edmundo Bonilla Huerta obtuvo el grado de licenciatura y Maestría en Ciencias Computacionales en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlax. México, en 1998, y el grado de Doctor en Informática por la Université dÁngers. Campus Belle Beille, Francia en 2008. Sus principales áreas de investigación incluyen: Soft Computing, Visión Artificial, Optimización, Bio-informática, Minería de Datos y Aprendizaje Automático.



José Federico Ramírez Cruz obtuvo el grado de Doctor en ciencias en el área de ciencias computacionales en el año 2003 del Instituto Nacional de Astrofísica y Electrónica (INAOE), el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en electrónica en el año de 1993 en el mismo Instituto. Actualmente, trabaja en departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México, Campus Apizaco. Sus intereses de investigación son en las Aplicaciones en las áreas de Aprendizaje automático, Control inteligente, Computación evolutiva y Visión por computadora.



Yesenia Nohemí González Meneses obtuvo en el año 2021 el grado de Doctor en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento por parte de la Universidad Autónoma de Puebla. Actualmente trabaja en la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco. Sus áreas de interés incluyen reconocimiento automático de emociones, aplicaciones de IA, ingeniería de software e interacción humano computadora.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

Procesamiento de lenguaje natural para crear protocolos de proyectos de investigación de machine learning

César Primero-Huerta y Eddy Sánchez-DelaCruz

El procesamiento del lenguaje natural para la generación de textos científicos

En los últimos años, el desarrollo e implementación de *machine learning* (ML) ha pasado de ser un área de interés para la investigación académica a un campo capaz de resolver problemas del mundo real. El objetivo principal del ML es permitir que un sistema aprenda a partir de datos del pasado y datos actuales, de manera que use información para hacer predicciones o ayudar a tomar decisiones sobre eventos futuros.

El procesamiento del lenguaje natural (PLN), es una rama del ML enfocada en darle a las computadoras la capacidad de entender y generar lenguaje similar al de los humanos, escrito o hablado igual que una persona. El problema principal que tiene el PLN es que el lenguaje es ambiguo en distintos niveles: léxico, estructural y pragmático. Lo que hace que la generación del lenguaje por una computadora sea procesado de manera correcta para que el resultado final tenga sentido[1]. El PLN se lleva a cabo mediante el uso de *redes neuronales artificiales*, para procesar un conjunto de texto se asigna un valor llamado peso a cada palabra que se relaciona con una anterior, de forma que se generan relaciones entre las mismas, lo que permite predecir las siguientes conexiones textuales más probables para escribir una frase de manera automática.

En la fase de planificación del desarrollo de un proyecto de investigación, es de gran importancia la selección del tema de estudio, puesto que se utiliza para delimitar su alcance, elaborar objetivos a cumplir e identificar las limitaciones. Si se carece de estos elementos de manera clara, el desarrollo del proyecto carecería de rumbo, puesto que se enfatiza en las fases del proceso administrativo tradicional (planeación, organización, dirección y control) que indican cómo llevar a cabo un proyecto [2]. Asimismo, el uso de herramientas modernas, incluidas aquellas basadas en técnicas de ML, ha ido ganando relevancia en la investigación, desde la recopilación de datos hasta la utilización de modelos pre-entrenados.

En la actualidad existe software capaz de generar de manera automática textos mediante el PLN

En el contexto de proyectos académicos de investigación, sorprendentemente, el uso de herramientas computacionales para la selección del tema de estudio es un área de oportunidad. Entre estas se encuentra el trabajo de Nakano [3], quien creó un ambiente web para interactuar con su modelo pre-entrenado de PLN: WebGPT, donde se pueden realizar preguntas y el modelo responde realizando búsquedas a través de la web y recuperando información relevante. Otro ejemplo es SmartPaper.ia, una plataforma web para la redacción de proyectos de investigación científica y académica con ayuda de inteligencia artificial. Implementando modelos comerciales como ChatGPT y Bingchat, SmartPaper genera secciones de un protocolo investigación como la hipótesis o los objetivos. Sin embargo, esta plataforma es de pago [4].

El presente artículo describe un framework que puede ser consultado en https://memla.mx/selection-study-topic, capaz de redactar, de manera semi-automática, un protocolo de investigación haciendo uso del PLN[1], mediante la captura de algunos valores en una aplicación web, los cuales son procesados para generar los resultados que se mostrarán a los usuarios del framework.

Modelos de PLN para la generación de textos automáticos

En la actualidad existe software para la generación automática de textos haciendo uso de PLN bajo la firma de grandes empresas como son: *Microsoft, IBM, Google, Amazon, OpenAI*, entre otras. La mayoría del software existente utiliza modelos de ML pre-entrenados, los cuales requieren de una entrada de texto y posteriormente generaran frases de salida, basándose en los datos con los que han sido entrenados. Los modelos más populares de procesamiento de lenguaje natural son: *Bidirectional En-*

[1]El framework se encuentra en idioma inglés, por lo tanto, las oraciones que se usen de entrada y la oraciones que genera de salida se encuentran en el mismo idioma.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

coder Representations from Transformers (BERT), *Generative pre-Trained Transformer (GPT)*, *Open Pretrained Transformer (OPT-175B)*, desarrollados por *Google, OpenAI y Meta* respectivamente.

BERT fue entrenado con una gran cantidad de datos de texto para el reconocimiento de entidades nombradas, dar respuestas a preguntas y para clasificación de textos. Aunque existen modelos más actuales que han superado a BERT en rendimiento o la calidad de resultados generales, BERT sigue siendo el más utilizado en la industria por sus excelentes resultados en tareas específicas, ya que su forma de trabajo se basa en un contexto proporcionado como entrada para el modelo, y analiza las oraciones generadas de derecha a izquierda y de izquierda a derecha.

Por otro lado, GPT es un modelo de lenguaje cuyo propósito es resolver problemas de lenguaje natural, como comprensión de texto, traducción, escritura automática, entendimiento de lenguaje y procesamiento de lenguaje natural [5]. Está entrenado con una gran cantidad de datos y es capaz de generar lenguaje como el de las personas de una manera natural y fluida. Este modelo se mantiene en constante evolución. Entre sus aplicaciones más conocidas están: asistentes virtuales y chatbots, generación de contenidos, traducción de idiomas y la investigación científica, entre otras [6].

En febrero de 2023 Microsoft implementó ChatGPT en Bing, su motor de búsqueda, dándole el nombre de *Prometheus model*, esta decisión se tomó con el objetivo de mejorar la búsqueda y experiencia de los usuarios [7]. Microsoft realizó la presentación de Bing, como la culminación de cuatro avances tecnológicos: un modelo de de última generación de OpenAI, el modelo Prometheus de Microsoft, la aplicación de la IA en algoritmos de búsqueda y la mejora de la experiencia del usuario.

La arquitectura Transformer representada en la Figura 1, es utilizada en los modelos mencionados ya que es altamente paralelizable basada en mecanismos de atención, por lo que es extremadamente eficiente cuando se trata de codificar secuencias de palabras utilizando ecuaciones sinusoidales y no vectores *one-hot*[2] como otras arquitecturas de redes neuronales centradas en el PLN, en Transformer, cada salida está relacionada con cada una de las entradas, y las ponderaciones entre ellos se calculan de manera dinámica en función de las circunstancias, a este proceso se le conoce como atención.

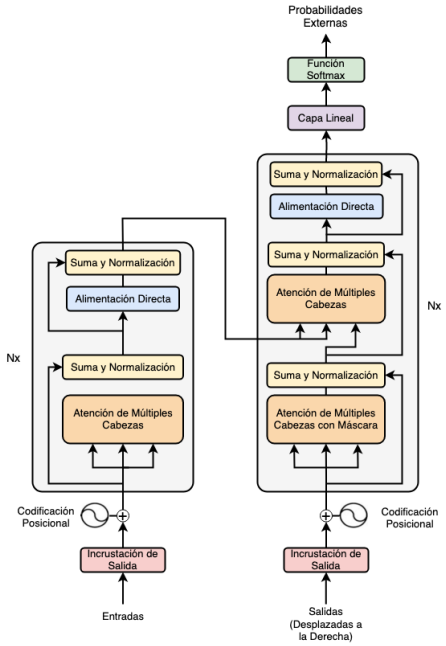


Figura 1. Arquitectura Tranformer [8][3]

GPT es un modelo de lenguaje cuyo propósito es resolver problemas de lenguaje y PLN.

Desarrollo del framework

Para desarrollar el framework propuesto, se utilizaron dos tecnologías diferentes: la primera es una aplicación web donde los usuarios capturan la información necesaria para poder generar el protocolo de investigación, la segunda parte es un servidor de PLN, que recibe los parámetros capturados en la aplicación web y devuelve los alcances, limitaciones e hipótesis de un proyecto de investigación. La aplicación web, se desarrolló utilizando el framework Laravel 8, el servidor encargado del PLN trabaja con el framework Flask 2.2 de Python. Para el modelo experimental del servidor de PLN, se diseñó el algoritmo basándose en la siguiente ecuación:

$$projectDemarcation(H, S, L) = modelNLP([T, P, J, O]) \quad (1)$$

Donde H es la hipótesis, S son los alcances y L son las limitaciones generadas por el modelo de PLN, para la generación de los elementos mencionados es necesario brindar los siguientes parámetros de entrada al modelo: Título del proyecto T, la problemática P, justificación J y objetivos O. Con estos parámetros se realiza una

[2]Codificación en ML que se encarga de asignar valores numéricos a las diferentes categorías de una variable categórica.
[3]La imagen de la arquitectura transformer es una traducción de la publicada en el artículo de referencia.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

plantilla la cual es procesada por el modelo GPT-3.5.

La matriz para la generación de resultados del PLN con GPT esta dada por la siguiente ecuación:

$$Attention(Q, K, V) = softmax(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}})V \qquad (2)$$

Para esto la función de atención es calculada en un conjunto de sentencias simultáneamente en una matriz Q.

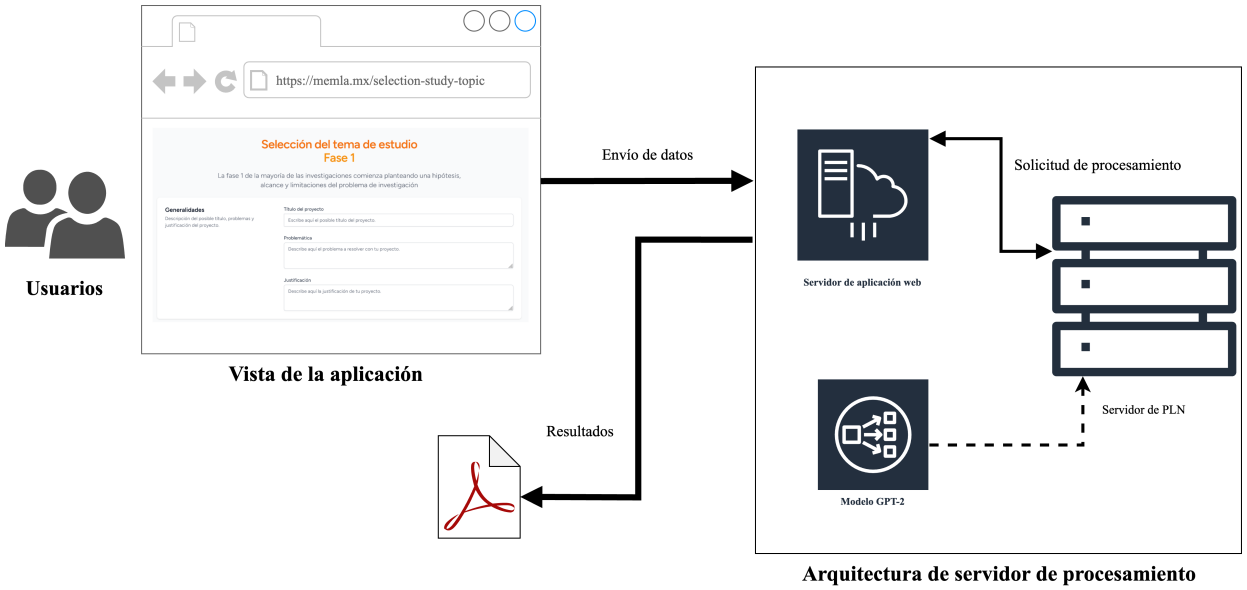


Figura 2. Arquitectura del framework web

El framework web que redacta el protocolo de investigación, es el resultado de combinar diferentes tecnologías; una aplicación web que es donde el usuario captura los datos de entrada, el servidor de procesamiento de ML es el encargado de atender la petición y el modelo GPT-3.5 de generar la respuesta, como se muestra en la Figura 2, al terminar la ejecución del framework se genera un archivo en formato PDF con la información generada.

Resultados y discusión

El framework se desarrolló con el propósito de automatizar parcialmente el proceso de creación de protocolos para proyectos de investigación. Como solución, se propone una aplicación web en la que los usuarios pueden ingresar los datos necesarios para generar el protocolo. Estos datos se envían a un servidor donde se integran a una plantilla de contexto basada en la ecuación 1. Posteriormente, se envía esta plantilla como solicitud al algoritmo GPT-3.5-xl. Una vez que el modelo genera el resultado, este se devuelve a la aplicación web. Para realizar la solicitud al modelo GPT2-xl y lograr un resultado preciso, es necesario proporcionar al modelo una descripción textual de los resultados deseados. La siguiente plantilla facilita la contextualización de los datos de entrada y orienta al modelo para generar un resultado.

"El siguiente texto es el título de un proyecto de investigación que utiliza diferentes tecnologías de machine learning para cumplir sus objetivos: (T)"
"El problema que el proyecto busca resolver es: (P)"
"La justificación del proyecto es: (J)"
"El objetivo principal que el proyecto busca alcanzar es: (O)"
"Una hipótesis de sólo un párrafo para dicho proyecto podría ser: Es posible" *hipótesis generada*
"Una lista de 5 alcances para el proyecto podría ser:" *alcances generados*
"Una lista de máximo 5 limitaciones para el proyecto podría ser: " *limitaciones generadas*
La plantilla de contexto recibe los parámetros T, P, J, O, capturados mediante un formulario de la aplicación web como se muestra en la Figura 3, los cuales se envían al servidor de PLN al accionar el botón *generate*. El servidor de PLN recibe, procesa y genera una respuesta a la solicitud, esta es devuelta a la aplicación web colocando los resultados en la sección de *Project demarcation*.

Para evaluar los resultados generados por el framework, se realizaron pruebas de usuarios para validar la funcionalidad y utilidad del proyecto con apoyo de la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UNINDETEC) de la Marina Armada de México, en la

que participó una población de 14 mujeres y 10 hombres con grados de estudios igual o superior a maestría, laborando en el ámbito del desarrollo de proyectos de investigación y software. Al terminar las pruebas se realizó una encuesta de satisfacción sobre el uso del framework, la cual está conformada con reactivos enfocados principalmente en evaluar la calidad de los resultados generados, el tiempo de respuesta del framework y el diseño de la interfaz de usuario.



Figura 3. Vista principal de la fase 1 de la aplicación web.

Los resultados de las encuestas de satisfacción llevadas a cabo por los usuarios tras la prueba del framework han proporcionado información valiosa que resume su experiencia:

- El 70 % de los usuarios han empleado herramientas para la generación de texto, lo que destaca la utilidad de esta funcionalidad.
- El 65 % de los usuarios del framework consideran adecuados tiempos de ejecución de la aplicación, lo que contribuye a una experiencia eficiente.
- El 80 % de los resultados generados por la aplicación son coherentes con el texto ingresado por los usuarios, lo que refleja la precisión del algoritmo.
- Existe la probabilidad de que 5 % de los resultados generados contengan errores ortográficos.
- El 90 % de los usuarios han manifestado su disposición a utilizar los resultados generados en sus proyectos personales, lo que demuestra la utilidad percibida de la aplicación.

Estos comentarios y observaciones de los usuarios resultan esenciales para continuar mejorando y perfeccionando el framework, ya que se han identificado oportunidades de mejora, asegurando que siga satisfaciendo las necesidades y expectativas de los mismos.

Los mejores resultados de los experimentos del PLN se obtuvieron en equipos de cómputo con tarjetas gráficas con núcleos CUDA[4], disminuyendo el tiempo de ejecución de hasta en un 98 % en comparación de un equipo de cómputo convencional que no cuenta con la tarjeta mencionada.

Conclusiones

Mediante el desarrollo del framework se demostró que es posible implementar un algoritmo de procesamiento de lenguaje natural en una aplicación web, la cual permite la generación de algunos apartados de un protocolo para un proyecto de investigación basándose en el texto proporcionado por el usuario.

Los modelos de lenguaje actuales son capaces de generar diálogos demasiado similares a los de un humano. Por lo tanto, utilizarlos para generar texto en un formato científico resulta sencillo realizando la solicitud adecuado a los mismos.

Durante las pruebas con los usuarios, se descubrió que los resultados generados por el modelo fueron, en su mayoría, de buena calidad, con algunos errores ortográficos y gramaticales, un punto a favor es que están relacionados con el tema de la investigación.

El uso de un framework de PLN es de bastante utilidad para redactar el protocolo de un proyecto de investigación, permitiendo ahorrar tiempo en la definición del proyecto de investigación para desarrollar ideas propias y conceptos, ya sea utilizando los resultados generados por el framework o que sirvan como base de inspiración, tardando entre 10 y 15 minutos para procesar una solicitud.

Aunque este versión aún está en proceso de mejora https://memla.mx/selection-study-topic, el resultado de usar el framework es un documento en formato PDF de un protocolo completo que planifica la directriz a seguir de un proyecto de ML.✷

Agradecimientos

Los autores agradecen al CONAHCyT por el apoyo brindado para llevar a cabo la presente investigación a través de la beca 2022-000018-02NACF-01499. Especial mención al Mtro. Sergio Faustino Vázquz Reyes, por el apoyo con las pruebas del framework en la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UNINDETEC) de la Marina Armada de México.

[4]CUDA es un acrónimo de *Compute Unified Device Architecture* y hace referencia a la plataforma de NVIDIA que usa una metodología de computación heterogénea moderna donde se usa la GPU para algo más que para procesar gráficos.

REFERENCIAS

1. Beltrán, N. C. B. y Mojica, E. C. R. (2020). Procesamiento del lenguaje natural (PLN)-GPT-3.: Aplicación en la Ingeniería de Software. Tecnología Investigación y Academia, 8(1), 18-37.
2. Sánchez, M. C. (2004). Guía para la formulación de proyectos de investigación. Coop. Editorial Magisterio.
3. Nakano, R., Hilton, J., Balaji, S., et al. (2021). Webgpt: Browser-assisted question-answering with human feedback. arXiv preprint arXiv:2112.09332.
4. SmartPaper AI (2023). Recuperado el 17 de noviembre de 2023, de `https://smartpaper.ai`https://smartpaper.ai
5. Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., et al. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805.
6. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., et al. (2017). Atention is all you need". Advances in neural information processing systems.
7. Sun, S., Luo, C., y Chen, J. (2017). A review of natural language processing techniques for opinion mining systems. *Information fusion*, 36, 10-25.
8. MICROSOFT. (2023). Reinventing search with a new AI-powered Microsoft Bing and EDGE, your copilot for the web. Recuperado el 22 de agosto de 2023, de `https://blogs.microsoft.com/blog/2023/02/07/reinventing-search-with-a-new-ai-powered-microsoft-bing-and-edge-your-copilot-for-the-web/`
9. Almazán, Y. R., Parra-González, E. F., Zurita-Aguilar, et al. (2023). ChatGPT: La inteligencia artificial como herramienta de apoyo al desarrollo de las competencias STEM en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. *ReCIBE, Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 12(1), C5-12.
10. Khan, B. H. (2000). A framework for web-based learning. TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning, 44(3).

SOBRE LOS AUTORES



César Primero-Huerta es Maestro en Ingeniería en Sistemas Computacionales por el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec e Ingeniero en Sistemas Computaciones por el Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo. Cuenta con el reconocimiento de perfil deseable por PRODEP, es cofundador y miembro del cuerpo académico: Procesamiento de datos con industria 4.0 y miembro activo del colectivo Ambiente CieloRojo. Sus intereses en investigación son el aprendizaje automático y la ciencia de datos.



Eddy Sánchez-DelaCruz es Doctor en Sistemas Computacionales por la Universidad del Sur, Maestro en Sistemas Computacionales y Licenciado en Informática Administrativa por la Universidad Autónoma de Tabasco. El Dr. Sánchez-DelaCruz es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I, miembro de la RedICA-CONACyT, Perfil deseable PRODEP y fundador y líder del Cuerpo Académico Inteligencia Artificial. Sus intereses de investigación son el aprendizaje automático y la ciencia de datos con un enfoque multidisciplinario. (`https://www.eddsac.com/`)

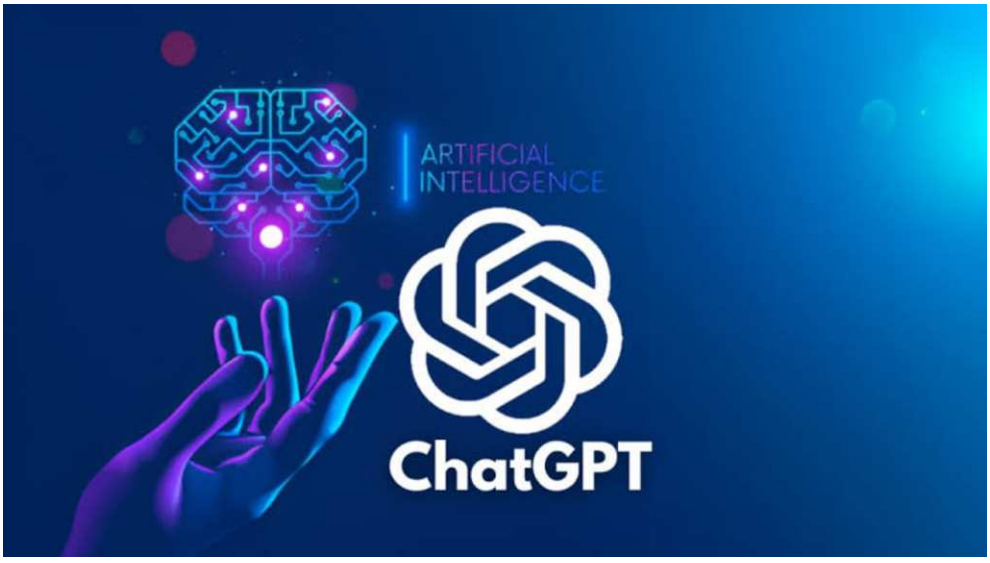


Imagen tomada de: `https://vocal.media/01/what-is-chat-gpt-wg3q0z88`.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

Uso del Aprendizaje Automático para Evaluar la Atención en los Estudiantes

Ricardo H. Merlos-Garcia, Yesenia Nohemí González Meneses, Blanca Estela Pedroza Méndez y Elizabeth Cuatecontzi Cuahutle

En la era digital, durante la interacción de los estudiantes con aplicaciones educativas, es posible que el sistema modifique su enfoque, brindando retroalimentación personalizada y generando experiencias de aprendizaje más eficaces. Esta funcionalidad puede lograrse a través del aprendizaje automático. Sin embargo, surge la interrogante ¿Qué implica el aprendizaje automático?

El aprendizaje automático es como entrenar a tu mascota

Muffin un *pug* juguetón encontró un nuevo hogar después de ser adoptado por una familia. Mientras se adaptaba a su nuevo entorno, Muffin observó y aprendió el comportamiento de otro miembro canino de la familia, un antiguo pastor inglés, raza que se caracteriza por tener un ladrido fuerte, y como resultado, el ladrido de Muffin pasó de ser discreto a ser notablemente ruidoso.

En otra situación, se le quiere enseñar a un perro a traer pelotas o zapatos. Al principio, el perro no sabe la diferencia entre estos objetos. Entonces, se le entrena mostrándole fotos de pelotas y zapatos, y cada vez que el perro trae correctamente alguno de los objetos, se le da un premio. Pero si se equivoca, no se le da el premio. Con el tiempo, el perro comienza a aprender cuál es cuál porque ha visto muchas fotos y ha obtenido premios cuando lo hace bien.

El Aprendizaje Automático (traducido al inglés como *Machine Learning*, y abreviado por sus siglas como *ML*) se asemeja a enseñarle a la computadora a hacer lo mismo que en los ejemplos mencionados, pero en lugar de ladridos, pelotas o zapatos, se utiliza para reconocer si un correo electrónico es *spam* (correo electrónico no deseado) o predecir el clima. La computadora aprende de datos, como fotos, números o texto, y encuentra patrones en esos datos para tomar decisiones. Es como enseñarle a la computadora a pensar por sí misma después de ver muchos ejemplos.

A menudo se confunden los términos de Inteligencia Artificial (IA) y *ML*, pero es crucial entender que aunque están relacionados no son lo mismo. La IA es un conjunto enorme de disciplinas (incluido el *ML*) que buscan realizar tareas que requieren inteligencia humana [1].

El *ML* esta separando en tres categorías: Aprendizaje supervisado (con datos etiquetados), aprendizaje no supervisado (con detección de patrones en datos sin que estos estén etiquetados), y aprendizaje por refuerzo (debido a la interacción con un entorno).

El Aprendizaje Supervisado implica entrenar a un algoritmo con muestras etiquetadas o clasificadas. Por ejemplo, para diferenciar perros de gatos, se proporciona al sistema imágenes etiquetadas como perro o gato, permitiéndole aprender a clasificar automáticamente las nuevas imágenes entrantes.

En el Aprendizaje no Supervisado el algoritmo busca patrones sin etiquetas explícitas. Por ejemplo, se usa en la agrupación de usuarios en categorías basadas en sus comportamientos en un sitio web, sin conocer de antemano cuántas categorías existen.

El Aprendizaje por Refuerzo se asemeja al condicionamiento en psicología. El algoritmo aprende a través de la interacción con un entorno y la retroalimentación. Por ejemplo, un agente de IA que juega ajedrez obtiene recompensas o penalizaciones según sus movimientos, lo que lo lleva a mejorar su estrategia con el tiempo.

Para resolver estos desafíos el *ML* ha desarrollado las redes neuronales artificiales (*Artificial Neural Networks*, y abreviado por sus siglas como *ANNs*) y el aprendizaje profundo (*Deep Learning*, y abreviado por sus siglas como *DL*).

Retomemos el ejemplo del perro al que se le quiere enseñarle a reconocer diferentes tipos de objetos. Al principio, el perro no sabe la diferencia entre estos objetos. Pero con el tiempo, el perro aprenderá a reconocerlos por sí mismo. Eso es un poco como lo que hacen las *ANNs*. Es como si la computadora tuviera pequeñas mentes que pueden aprender a identificar cosas a partir de fotos y datos. Ahora, el *DL*, es un poco más avanzado. Es como si tuvieras varios perros, y cada uno de ellos fuera un experto en un tipo diferente de objeto. Algunos son expertos en pelotas, otros en zapatos, y así sucesivamente. Juntos, pueden reconocer un amplio rango de objetos con mucha precisión. El *DL* utiliza muchas capas de "perros expertos" para aprender y entender cosas más complicadas, como reconocer objetos en fotos o entender el habla en un asistente de voz como Siri, *Google Assistant* o Alexa.

ML la herramienta educativa inesperada, ¿Atento o no?

Como se menciona en el reporte de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

del 2021 titulado "Estrategia de Competencias, Destrezas y Habilidades de la OCDE en Tlaxcala (México)", existe una disparidad con los otros países miembros, ya que en promedio, los jóvenes mexicanos de 15 años obtuvieron 409 puntos en matemáticas en comparación con el promedio de los países miembros que es de 489. De no resolverse esta problemática, la mayoría de los estudiantes mexicanos terminaran la educación obligatoria sin las habilidades que se requieren para la educación superior y el trabajo en su vida adulta [2].

Adicionalmente, en la edición 2022 de la Evaluación Internacional de Estudiantes (*PISA*), se destaca que en el ámbito de las habilidades matemáticas, el promedio obtenido por los 73 países miembros fue de 472, mientras que México registró un resultado de 395. Este retroceso se atribuye a los efectos adversos de la postpandemia del COVID-19 [3].

Por lo que la misma organización recomienda entre otros puntos: 1) hacer que cada etapa del aprendizaje constituya una sólida base para el éxito en la siguiente y 2) aprovechar el poder de la tecnología como herramienta de aprendizaje [4].

La atención es un recurso esencial en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La capacidad que tienen los estudiantes para prestar atención a la información juega un papel crítico en su habilidad para adquirir y procesar el conocimiento de manera efectiva. Entender y abordar la atención de los estudiantes es fundamental para optimizar su rendimiento académico y fomentar un aprendizaje más significativo.

Es importante reconocer que la atención no es una destreza innata, sino una habilidad que puede desarrollarse y perfeccionarse a lo largo del tiempo. Los estudiantes pueden aprender estrategias y técnicas que les permitan mejorar su capacidad de atención. Esto es esencial, dado que vivimos en una época en la que las distracciones son abundantes, con dispositivos electrónicos, redes sociales y otras demandas constantes que compiten por nuestra atención. Al entender y potenciar la atención de los estudiantes, podemos contribuir en gran medida a su éxito académico y desarrollo personal. Exploraremos en detalle cómo la atención influye en el rendimiento de los estudiantes:

Adquisición y Procesamiento de Información, la capacidad de prestar atención permite a los estudiantes enfocarse en el material de estudio. Cuando pueden dirigir su atención de manera efectiva, tienen una mayor probabilidad de comprender y retener la información. La atención actúa como el "foco" que les permite sumergirse en el contenido educativo, filtrar la información relevante de la irrelevante, lo que facilita la absorción de nuevos conocimientos.

Memoria, la atención desempeña un papel esencial en la memoria. Los estudiantes que prestan atención adecuadamente a la información tienen más posibilidades de recordarla y recuperarla cuando la necesitan. Una atención sostenida y selectiva contribuye directamente a una memoria más eficaz y a una mejor retención de la información a largo plazo.

Concentración, la capacidad de mantener la atención en una tarea o lección es crucial para la concentración. Los estudiantes que pueden mantener su atención en una tarea particular tienden a completarla de manera más eficiente y con menos errores. La concentración sostenida es esencial para lograr tareas complejas y profundizar en el material de estudio.

Participación Activa, la atención activa en el aula o durante la lectura fomenta una participación más significativa en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes que prestan atención están más comprometidos, lo que los lleva a hacer preguntas, participar en discusiones y buscar una comprensión más profunda. Esto promueve un entorno de aprendizaje colaborativo y enriquecedor.

Resolución de Problemas, la atención es esencial para la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Los estudiantes que pueden concentrarse en un problema y analizarlo de manera efectiva son más capaces de encontrar soluciones creativas y efectivas. La atención facilita el proceso de identificar y abordar desafíos de manera metódica.

Relacionemos los conceptos de atención en la educación con el *ML*. Imaginemos un aula con un elevado número de alumnos donde la capacidad del maestro para dirigir la atención de todos hacia su aprendizaje se vea sobrepasada. Es en este escenario donde podemos aprovechar el *ML* para entrenar a una máquina con ejemplos de imágenes que muestren a alumnos que no están prestando atención. Podemos automáticamente generar un tablero que señale cuál alumno necesita la intervención del maestro, y direccionar su atención, por ejemplo, preguntándole ¿Estás prestando atención? Esto ayudará a redirigir la atención de aquel estudiante distraído sacándolo tal vez de un estado de pensamientos divagantes. En la siguiente sección se podrá observar que incluso la intervención del maestro puede ser automatizada con un asistente virtual o incluso con un robot social.

¿Estás prestando atención?

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Trabajos Actuales

Para poder entrenar a cualquier algoritmo de *ML* debemos tener un conjunto de datos, tomados en situaciones reales como se muestra en la Figura 1. Mientras el número de muestras sean mayor mejor aprenderá la máquina. Al querer clasificar una nueva entrada, se puede obtener un indicador de la calidad con la que se esta clasificando, por ejemplo, usando la precisión (*accuracy*) que arroja un valor decimal entre 0 y 1. Cuanto más alto mejor. La Tabla 1 muestra Una recopilación de investigaciones que han desarrollado diferentes técnicas para lograr obtener el nivel de atención de los alumnos.

Tabla 1. Comparación de trabajos que miden la atención con ML.

Ref.	Dispositivo utilizado	Área observada	Algoritmo de ML	Muestras	Métrica de Evaluación
[5]	*MindWave headband*	*Beta brain waves*	*Attention eSsence algorithm*	41	50.54% *average*
[6]	*Webcam & mouse*	*Facial features, eye gaze & mouse*	*Support Vector Machine*	6	75% *Average CCR*
[7]	*Helmate8*	*Self-report & α, β, θ brain waves*	*Support Vector Machine*	21	77% *average accuracy*
[8]	*Webcam*	*Self-report & behavior (eyebrow, blink, mumble, hand & body)*	*CNN-RNN*	30	89.41% *accuracy*
[9]	*Webcam*	*Behavior*	*CNN-RNN*	60	72.97% *accuracy*
[10]	*VR device Vive Pro Eye*	*Eye gaze & Head*	*Random Forest*	41	98.88% *accuracy*

En el trabajo de investigación que realizaron en la BUAP (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla) publicado en la *IEE* (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) para medir el nivel de atención de los alumnos mientras toman una lección elemental de matemáticas a través de un juego virtual, los alumnos utilizaron una diadema sobre la cabeza con un sensor en la frente de la empresa Neurosky, que manufactura la diadema y distribuye el programa que esta entrenado con frecuencias cerebrales *beta* para dar un indicador del nivel de atención del usuario, obteniendo como resultado en la sesión completa con los 41 alumnos un promedio global en el nivel de atención del 50.54 % [5].

En el trabajo publicado en la *ACM* (*Association for Computing Machinery*) de los autores de la Universidad Politécnica de Hong Kong se argumenta que la atención puede ser medida cuando se está leyendo a partir de expresiones faciales, la mirada y los movimientos del ratón, a los 6 participantes del experimento se les puso a leer 3 artículos en inglés que son usados en las pruebas *TOEFL* (*Test of English as a Foreign Language*), se les puso música y audios comicos para forzar distraerlos. Al final de cada sesión ellos mismos etiquetan sus vídeos de un minuto si tuvieron atención baja, media o alta. Para el rostro se registraron 80 características, para la mirada 9 y para los movimientos del ratón 7, de las cuales se redujeron a 15 en total. De las cuales se obtuvo una tasa de clasificación correcta (*CCR*, por sus siglas en inglés *Correct Classification Rate*) del 75 % [6].

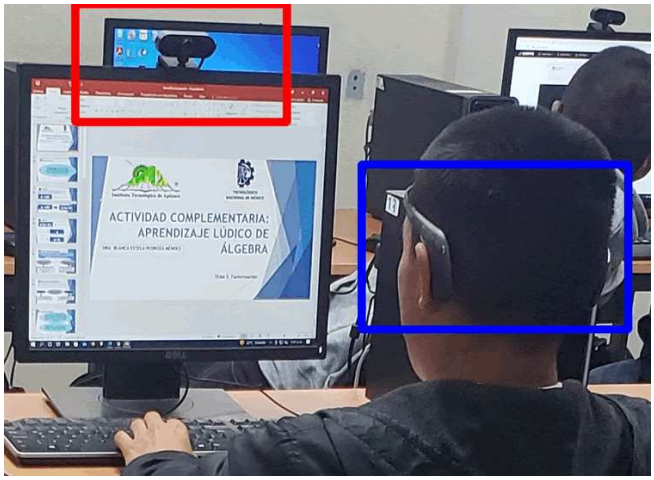


Figura 1. Ejemplo de cómo se toman muestras en un estudiante mientras usa una diadema que mide la actividad eléctrica del cerebro (recuadro azul), y una cámara web que registra sus gestos faciales (recuadro rojo).

En otra investigación publicada en la revista *Nature* se plantea el uso de la tecnología de electroencefalogramas (EEG) para clasificar el nivel de atención y medir que tan comprometidos emocional y de manera cognitiva están los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. Al aplicar algoritmos de *ML* a los datos de EEG recopilados, se identifican patrones y correlaciones que podrían no ser evidentes para un análisis humano tradicional. Esto podría proporcionar una comprensión más profunda de los factores que influyen en la atención de los estudiantes y permitir intervenciones más efectivas y personalizadas, la precisión de su clasificador mostró en promedio un 77 % [7].

Otro trabajo presentado en la conferencia *LAK (Learning Analytics and Knowledge*) publicado en la *ACM*, analiza una recopilación de datos de 30 estudiantes en un entorno de lectura electrónica. Los comportamientos de fácil observación que mostraban al realizar la lectura fueron registrados a través de una cámara web, entre ellos, los movimientos de sus cejas, párpados, balbuceo, manos y postura. El alumno auto evaluaba su nivel de atención para ir clasificando estos comportamientos, cuando el alumno se sentía distraído lo reportaba con un botón en la pantalla, con estos datos clasificados

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

se entrenó una variante de las *ANNs* llamadas *Convolutional Neural Networks* (*CNN*) y *Recurrent Neural Networks* (*RNN*) para obtener una precisión (*accuracy*) en la clasificación del 89.41 % [8].

Dándole continuidad al trabajo del párrafo anterior se presentó otra propuesta en la conferencia *LAK*, en este experimento de un total de 60 participantes, se agregó un robot social que daba una retroalimentación positiva mientras se realizaba la lectura digital, con la intención de guiar la atención, ya que desde hace unos años los jóvenes lectores debido al alto uso de las redes sociales les es más difícil mantener su atención, de igual manera mediante una cámara web, se registraron sus comportamientos, y se entrenó un clasificador con *DL* y a diferencia del estudio anterior, en éste el etiquetado de cada segundo del vídeo capturado fue realizado por 2 humanos, y una parte de los participantes no tuvieron al robot; comparando ambos casos se demostró que el robot tiene una influencia positiva en la atención, en general el nuevo clasificador mostró un *accuracy* del 72.97 % [9].

El siguiente artículo publicado por *Elsevier* de los autores de la universidad de Luisiana, miden el nivel de atención de 41 participantes que usan unos lentes de realidad aumentada, para tomar una clase sobre la producción de energía, en este experimento, se registraron los movimientos de la mirada y la posición de la cabeza, se agregaron estímulos para distraer a los participantes en algunas etapas, y al final de cada sesión los participantes indicaban si su nivel de atención era bajo, medio o alto, etiquetando ellos mismos sus registros. El *accuracy* obteniendo de este clasificador es de 98.88 % [10].

Las máquinas interpretan las imágenes, palabras y los datos de manera diferente a como lo hacen los humanos.

Limitaciones

A pesar de los avances, el *ML* no es completamente autónomo y requiere supervisión humana. Los resultados deben ser interpretados y validados por profesionales para garantizar su relevancia y utilidad en el contexto educativo. A menudo, los modelos de *ML* pueden ser cajas negras, lo que significa que sus decisiones pueden ser difíciles de interpretar y entender. La falta de transparencia puede ser una limitación en entornos educativos donde se necesita explicar el razonamiento detrás de las recomendaciones. Así mismo, los modelos pueden tener dificultades para adaptarse a contextos nuevos o características diferentes que no se adquirieron durante su proceso de entrenamiento.

El rendimiento del modelo está fuertemente vinculado a la calidad de los datos de entrenamiento. Si los datos son sesgados o incompletos, el modelo puede aprender patrones incorrectos o no representativos. De igual forma, no se debe perder de vista que las máquinas interpretan las imágenes, palabras y los datos de manera diferente a como lo hacen los humanos.

Conclusiones

El propósito de esta introducción y recopilación de trabajos es para mostrar como el *ML* puede combinarse con áreas como la educación. Los trabajos citados logran realizar diversos experimentos para medir el nivel de atención en el uso de varias áreas como son: las matemáticas [5], inglés [6], clase de *Photoshop* [7] y puede extenderse a áreas como la interacción entre humanos y robots [8][9], así como entornos de realidad virtual [10]. En estos trabajos se evidencia que el área afectiva, social, el nivel de estrés o los pensamientos internos de cada individuo, hacen que no sea tan preciso medir el nivel de atención debido a que no se tiene un estándar definido para tal propósito.

El uso del *ML* en el ámbito educativo debe ser utilizado de manera complementaria a la labor humana, reconociendo que no es una solución mágica y que debe aplicarse con precaución y ética.✷

Agradecimientos

Este trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo de CONAHCYT con la Beca Nacional (Tradicional) 2022 - 2.

REFERENCIAS

1. Mueller, J. P., & Massaron, L. (2021). Machine learning for dummies. John Wiley & Sons.
2. OCDE. (2021). OECD Skills Strategy Tlaxcala (Mexico). OECD. https://doi.org/10.1787/13925818-en
3. OCDE. (2019). OECD Skills Strategy 2019. OECD. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-strategy-2019_9789264313835-en
4. OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I). OECD. https://doi.org/10.1787/53f23881-en
5. Calleros, C. B. G., Suarez, A. G., Garcia, J. G., Calleros, J. M. G., Rangel, Y. N., & Merino, A. D. P. (2020). Toward Improving Attention Levels in Mathematics learning with Serious Games. En *Proceedings - 10th International Conference on Virtual Campus, JICV 2020*.
6. Li, J., Ngai, G., Leong, H. V., & Chan, S. C. F. (2016). Multimodal human attention detection for reading from facial expression, eye gaze, and mouse dynamics. *ACM SIGAPP Applied Computing Review*, 16(3), 37–49.
7. Apicella, A., Arpaia, P., Frosolone, M., Improta, G., Moccaldi, N., & Pollastro, A. (2022). EEG-based measurement system for monitoring student engagement in learning 4.0. *Scientific Reports*, 12(1), 5857.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

8. Lee, Y., Chen, H., Zhao, G., & Specht, M. (2022). WEDAR: Webcam-based Attention Analysis via Attention Regulator Behavior Recognition with a Novel E-reading Dataset. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMODAL INTERACTION*, 319–328.

9. Lee, Y., & Specht, M. (2023). Can We Empower Attentive E-reading with a Social Robot? An Introductory Study with a Novel Multimodal Dataset and Deep Learning Approaches. En *LAK23: 13th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, 520–530.

10. Asish, S. M., Kulshreshth, A. K., & Borst, C. W. (2022). Detecting distracted students in educational VR environments using machine learning on eye gaze data. *Computers & Graphics*, 109, 75–87.

SOBRE LOS AUTORES



Ricardo H. Merlos-Garcia es un estudiante de la maestría en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco. Tiene una segunda maestría en Administración de la Tecnología por parte de la UNAM en 2020. Sus intereses de investigación incluyen *Machine Learning*, *Neural Networks* e Inteligencia Artificial en la Educación.



Yesenia Nohemí González Meneses obtuvo en el año 2021 el grado de Doctor en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento por parte de la Universidad Autónoma de Puebla. Actualmente trabaja en la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco. Sus áreas de interés incluyen reconocimiento automático de emociones, aplicaciones de IA, ingeniería de software e interacción humano computadora.



Blanca Estela Pedroza Méndez obtuvo en el año 2018 el grado de Doctor en Sistemas y Ambientes Educativos por parte de la Universidad Autónoma de Puebla. Actualmente trabaja en la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco. Sus áreas de interés incluyen *Machine Learning*.



Elizabeth Cuatecontzi Cuahutle obtuvo el grado en el año 2017 su grado de Maestría por parte del Instituto de Estudios Universitarios. Actualmente Profesora del Departamento de Sistemas y Computación en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Apizaco del Tecnológico Nacional de México, Apizaco Tlaxcala. Su área de interés es en Ing. de Software y Sistemas Distribuidos.

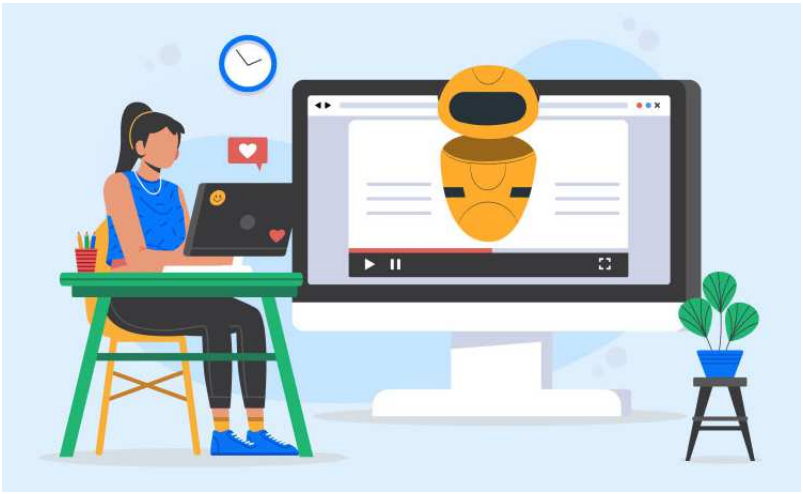


Imagen tomada de: https://www.netsolutions.com/insights/machine-learning-in-edtech/.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

Explicabilidad y los Métodos de la Inteligencia Artificial Explicable

Humberto de Jesús Ochoa Domínguez

La Importancia de las Explicaciones

Las explicaciones surgen por el afán de las personas por comprender algo. La mayor motivación de contar con un conjunto de fundamentos útiles para explicar algo, la constituye aquello que no se puede explicar o que desafía a nuestro entendimiento. Sin embargo, la inteligencia humana permite cuestionar para aclarar las razones que existen detrás de la toma de una decisión.

La inteligencia busca explicar situaciones que no son claras o aclarar aquellas que se encuentran oscuras o confusas, utilizando el conocimiento adquirido y añadiendo conocimiento nuevo; para ello, se diseñan métodos y sistemas con el fin de dar sentido a nuestras experiencias, como las experiencias de la ciencia y de la religión, las cuales plantean su propio conjunto de explicaciones [1].

La falta de explicaciones en los sistemas nos genera desconfianza porque no entendemos sus decisiones. Esto impacta en muchas áreas de nuestra vida, especialmente en la ética, en la seguridad, en la privacidad, en la educación y en la responsabilidad social.

En este artículo se describen la inteligencia artifical explicable (XAI, por su siglas en inglés) y los métodos utilizados para dotar de explicaciones a los modelos. También, se expone una taxonomía para clasificar a dichos métodos.

La Inteligencia Artificial Explicable (XAI)

En los últimos años, la Inteligencia Artificial (IA) se ha convertido en el núcleo de la industria 4.0 y de la medicina 4.0. En esta última, se ha propuesto un sinnúmero de técnicas para ayudar en el diagnóstico de enfermedades. Algunos ejemplos de técnicas utilizadas en la IA son el aprendizaje automático (ML por sus siglas en inglés), las redes neuronales artificiales (ANN por sus siglas en inglés) y el aprendizaje profundo (DL por sus siglas en inglés).

El interés en el desarrollo de herramientas de IA, especialmente de ML y de DL, ha aumentado debido a que los modelos creados dan mejores resultados que los modelos clásicos utilizados en un pasado, ya que explotan la forma en que la mente humana aprende y generaliza los problemas [2].

La inteligencia busca explicar situaciones que no son claras o aclarar aquellas que se encuentra oscuras o confusas utilizando el conocimiento adquirido y añadiendo conocimiento nuevo.

La inteligencia artificial explicable busca modelos que puedan ser comprendidos por los seres humanos, especialmente, en sectores en los que se requiere resolver problemas como en los sectores militares, bancarios y médicos, con el fin de confiar en los modelos. Por lo tanto, los métodos que evalúan la explicabilidad deben proporcionar una explicación clara del modelo, de tal forma que el resulado pueda tener sentido o ser comprensible para los humanos, de aquí que el concepto de transparencia haya ganado importancia en la XAI [2], [3].

Enfoques de la explicabilidad

En el sentido de la transparencia, existen básicamente dos tipos de enfoques para lograr la explicabilidad, el enfoque de cajas blancas y el de cajas negras. El primero cuenta con modelos de baja complejidad que son fáciles de explicarse y de entenderse. Sin embargo, estos modelos tienen la desventaja de producir resultados menos confiables que los modelos del segundo enfoque y no siempre son capaces de modelar la complejidad inherente de los datos que se les presentan.

Dentro de la clasificación de cajas blancas se encuentran la regresión lineal, la regresión logística, los árboles de decisión y los modelos aditivos generalizados (GAM por sus siglas en inglés). Estas estrategias no sólo proporcionan la decisión final a la que llegan, sino que también explican la importancia de cada característica que entra al modelo.

Las cajas negras producen resultados más precisos, sin embargo, carecen de transparencia debido a que los modelos toman decisiones sin mostrar cómo lo hicieron, ya que se desconoce cómo se estima la importancia de cada característica de entrada al modelo. En esta clasificación, se encuentran los bosques aleatorios, las

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

máquinas de vector soporte y los modelos de redes neuronales multicapa [3], [4].

Taxonomía de los métodos XAI

La evaluación de la explicabilidad se puede dividir en tres grupos principales: la intervención humana directa, la intervención humana indirecta y la dirigida a la robustez del modelo. En el primer grupo se motiva a que los criterios de evaluación se basen en interacciones directas con humanos. En el segundo grupo se diseñan tareas que requieren que los humanos estén en el ciclo de evaluación sin que ellos midan directamente la explicabilidad. En el grupo dirigido a la robustez del modelo se utilizan métodos para cuestionar la importancia de la explicabilidad y proporcionar una justificación humana, anteponiendo el argumento de que las explicaciones valoran internamente el proceso de toma de decisiones de un modelo y no necesitan ajustarse a la visión humana.

La Figura 1 muestra una taxonomía que clasifica a los métodos para evaluar la explicabilidad en modelos de aprendizaje automático.

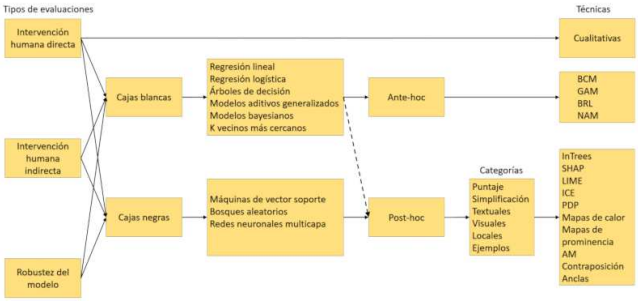


Figura 1. Taxonomía de los métodos XAI.

Métodos ante-hoc

Los métodos ante-hoc incorporan la explicabilidad directamente en el modelo y son fáciles de explicar; las técnicas utilizadas son: el modelo de caso bayesiano (BCM por sus siglas en inglés) que aprende características sobresalientes de los datos para crear modelos que den resultados precisos e interpretables en conjuntos de datos estándar; el modelo aditivo generalizado (GAM por sus siglas en inglés) que captura el impacto de las variables predictivas usando funciones suaves, de esta forma modelan los datos no lineales mientras se mantiene la explicabilidad; la lista de reglas de Bayes (BRL por sus siglas en inglés) que produce una distribución posterior de permutaciones a partir de un conjunto grande de reglas prestablecidas "IF-THEN" que explican automáticamente muchas razones obvias detrás de cada predicción; el modelo neuronal aditivo (NAM por sus siglas en inglés), que es una versión mejorada y escalable del modelo GAM, que puede entrenar múltiples redes neuronales profundas (DNN, por sus siglas en inglés) y aprender una combinación lineal de redes simplificadas, de una sola entrada, que atienden a una sola característica del vector de entrada [6].

La desventaja de estos métodos es que son específicos para un modelo definido, lo que significa que dependen de un determinado diseño y no pueden volver a usarse en ninguna otra arquitectura.

Métodos post-hoc

Los métodos post-hoc o locales se aplican después de entrenar el modelo, centrándose en los datos y en las distintas rutas que estos toman para dar explicaciones individuales a un resultado o conjunto de resultados. Estos métodos se diseñan para interpretar localmente modelos de caja negra en los que se necesita comprender una decisión específica. En este sentido, los modelos preentrenados son más valiosos cuando se puede interpretar la ruta por donde pasan los datos, para que con el modelo y su precisión, se comprenda la decisión del mismo [7].

Estas técnicas se dividen en específicas del modelo y agnósticas o independientes del modelo. Las técnicas de explicación post-hoc más comunes se pueden dividir en las seis categorías descritas a continuación [2], [3]:

1. Las explicaciones basadas en puntaje (ponderaciones impuestas a las características de entrada al modelo) se llevan a cabo con el fin de cuantificar la influencia de cada característica en el resultado final; este tipo de explicaciones es muy sensible en los casos en que las características se encuentren altamente correlacionadas. Una técnica muy usada son los valores de Shapley o técnica SHAP, inspirada en la teoría de juegos, donde se calcula la contribución de cada característica (jugador) a la predicción (resultado del juego) para identificar el impacto que tiene cada entrada en el resultado final [2].

2. Las explicaciones por simplificación se basan en modelos simples que son una aproximación de modelos más complejos; usan árboles de decisión para generar reglas, la técnica preferida es la llamada "InTrees" que es un conjunto de árboles como bosques aleatorios, bosques aleatorios regularizados y árboles potenciados por gradientes, con los que se extraen las reglas; otro tipo de explicación utilizada aquí también son los valores de Shapley ya que los modelos más simples producen reglas fáciles de entender. La desventaja clara es que los modelos generados podrían no aproximarse bien a los modelos originales lo que limita la explicabilidad [2].

3. Las explicaciones textuales se representan a través de símbolos utilizando técnicas de lenguaje natural para describir el desempeño de un modelo, verbalizando la información. Sin embargo, la limitación de este tipo de explicaciones es la dependencia en las

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

bases de datos que incluyan no sólo secuencias de imágenes, sino también la información semántica que las describen [2], [3].

4. Las explicaciones visuales se generan a través de mapas generados, que se utilizan para entender el modelo. Dentro de esta clasificación se encuentran el gráfico de dependencia parcial (PDP por sus siglas en inglés), utilizada para visualizar el efecto de una o dos características sobre cierta instancia de un resultado, los gráficos de expectativa condicional individual (ICE por sus siglas en inglés) que muestran cómo cambia la predicción del modelo cuando cambia alguna característica, los mapas de calor y los mapas de prominencia, donde a los pixeles de mayor relevancia se les asigna un color diferente.

   La maximización de la activación (AM por sus siglas en inglés) es otra técnica visual, utilizada para resaltar la importancia de las características por capa de una red neuronal convolucional (CNN por sus siglas en inglés) [8]. La principal desventaja de las explicaciones visuales es que no existen referencias estandarizadas para evaluarlas de forma cuantitativa y completa.

5. Las explicaciones locales explican cómo opera un modelo en un área de interés determinada; utilizan técnicas como SHAP y las explicaciones locales interpretables (LIME por sus siglas en inglés). Estas explicaciones pueden operar sobre datos tabulares, texto e imágenes. Sin embargo, cuando se trabaja en forma tabular no hay una definición precisa de datos vecinos y las explicaciones se pueden manipular para ocultar sesgos, lo cual limita la confianza en las explicaciones.

   Las explicaciones locales también utilizan técnicas de contraposición de hechos o contrafácticas, en las que se describen situaciones causales de la forma "Si no hubiera ocurrido el evento A, no hubiera ocurrido el evento B". La ventaja de las técnicas contrafactuales es que son fácilmente interpretables por los seres humanos; sin embargo, la complejidad computacional es alta.

   Otra técnica utilizada son las anclas, las cuales encuentran una regla de decisión que ancla la predicción, de tal forma que los cambios de los valores de las características de una determinada instancia no afectan la predicción. Las anclas son paralelizables, las explicaciones son fáciles de interpretar y el modelo es agnóstico, lo que significa que puede aplicarse a cualquier modelo. Algunas de las desventajas son que las anclas tienen muchos parámetros a configurar y el tiempo de ejecución es variable ya que depende del rendimiento del modelo [9].

6. Las explicaciones basadas en ejemplos corresponden a métodos en los que las explicaciones se comunican a través de muestras o lotes de muestras que pueden ser ejemplos de entrenamiento (ejemplos naturales) de la base de datos o ejemplos generados sintéticamente. Las explicaciones basadas en ejemplos funcionan bien cuando los datos tienen una estructura, por ejemplo, las imágenes o los textos [10].

En algunos casos, la explicabilidad se ha llegado a confundir con la interpretabilidad, sin embargo, las interpretaciones proporcionan significado a un concepto abstracto para que tenga sentido, por ejemplo, las secuencias de símbolos o vectores abstractos conteniendo palabras desconocidas, traducidas a secuencias de palabras que pueden ser leídas por el ser humano. Por otro lado, las explicaciones conforman un aspecto importante para entender un modelo, estas vienen dadas por un conjunto de características traducidas a un dominio interpretable por el ser humano y que contribuyen a generar una decisión.

Limitaciones

En los últimos años, han surgido con éxito nuevos modelos de cajas negras, privilegiando a las DNN. Esto ha provocado que surja un gran interés por evaluar las decisiones que toman estos modelos; sin embargo, al ser estas una colección seriada de neuronas organizadas en múltiples capas, se requiere de mucho esfuerzo y experimentos adicionales para explicar los resultados. Por otra parte, la XAI asume cierto nivel de experiencia de las personas para interpretar y evaluar la imparcialidad de las decisiones.

Las explicaciones vienen dadas por un conjunto de características traducidas a un dominio interpretable por el ser humano.

Otra limitación importante es el cambio de las explicaciones conforme cambian los datos con el tiempo. Por lo tanto, la brecha entre la toma de decisiones humanas y las decisiones del modelo hace que la XAI sea una herramienta insuficiente y, en algunos casos, arriesgada [5].

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Ejemplo de explicabilidad

En ocasiones, se desconoce cómo las explicaciones, que acompañan la producción de IA, pueden dirigirse a los usuarios. Para clarificar esto, el siguiente ejemplo muestra el uso de la técnica SHAP en un modelo de regresión lineal que explica la influencia de ciertos parámetros muestreados en la sangre sobre la variación del antígeno prostático (PSA sus siglas en inglés), enzima utilizada en la detección del cáncer de próstata. En este caso, se usa el logaritmo (*log*) del PSA (*lpsa*).

Primero, entrenamos el modelo para ponderar cada característica de entrada. La Tabla 1 muestra las ponderaciones resultantes.

Tabla 1. Parámetros resultantes después de entrenar un modelo de regresión lineal para predecir el *lpsa*.

Características de entrada	Ponderación (pesos)
Intersección	2.4523
lcavol	0.7110
lweight	0.4005
age	-0.1115
lbph	0.1090
svi	0.3309
lcp	-0.0568
Gleason	-0.0208
pgg45	0.1503

Posteriormente, utilizamos la explicabilidad para analizar las ponderaciones. La Figura 2 muestra la gráfica de los parámetros de la Tabla 1. Claramente se observa que el log del volumen y del peso del tumor (*lcavol* y *lweight* respectivamente) así como la invasión del cáncer en las vesículas seminales (*svi*) son las tres características más relevantes en la predicción del *lpsa*. Existen otras caractaterísticas, pero el entrenamiento arrojó que son menos relevantes como el crecimiento (hiperplasia) de las células benignas (*lbph*), el índice de Gleason (Gleason), el log de la penetración capsular del cáncer (*lcp*), la edad (*age*) y el porcentaje de puntuaciones de Gleason 4 o 5 (*pgg45*).

Podemos establecer una ecuación de regresión de la forma: $lpsa = 2.4523 + 0.7110 \times lcavol + 0.4005 \times lweight + 0.3309 \times svi + \epsilon$, donde ϵ representa la suma ponderada de las características menos importantes. Utilizando la técnica SHAP, variamos una característica a la vez, mientras las demás permanecen constantes. A continuación, obtenemos el efecto de cada característica de entrada sobre la variación del *lpsa*, dando lugar a la explicación deseada. Por ejemplo, un incremento de una unidad en el "volumen del tumor" incrementa el *lpsa* en 0.711. El factor de invasión del cáncer en vesículas seminales (svi) es un factor binario, entonces, la presencia del cáncer en las vesículas seminales incrementa el *lpsa* en 0.3309.

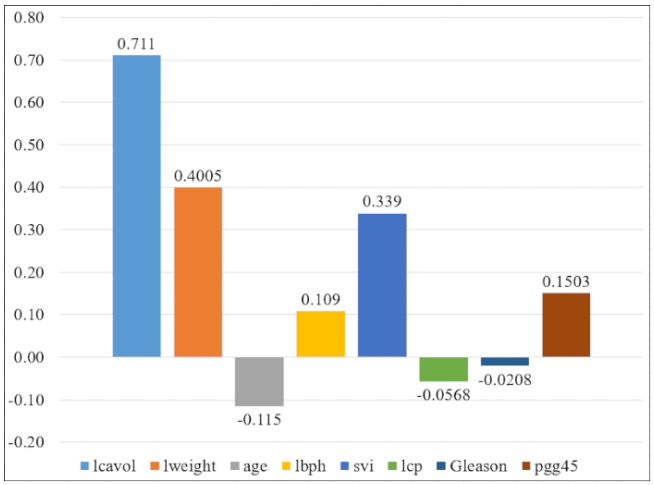


Figura 2. Gráfica de los parámetros involucrados en la predicción del *lpsa*.

Conclusiones

Las técnicas expuestas en este artículo pertenecen a enfoques que se centran en explicar los modelos de ML y su aplicación en entornos del mundo real que, sin comprender a fondo sus limitaciones, pueden crear una falsa sensación de confianza en la toma de decisiones. Es claro que adoptar el trabajo de una IA explicable no es un paso sencillo, sin embargo, los modelos deben perfeccionarse y ampliarse para proporcionar buenos agentes explicativos. Las decisiones deben tomarse en función de muchos factores como el dominio de aplicación (su normativa y características), las necesidades de quien recibe la explicación (es necesario entender el modelo o simplemente acceder al resultado) así como la calidad y las características de los datos a explicar.✷

REFERENCIAS

1. Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial Intelligence*. 267(1), 1–38.

2. Borys, K., Schmitt, YA., Nauta, M., et al. (2023). Explainable AI in medical imaging: An overview for clinical practitioners - saliency-based XAI approaches. *Eur. J. Radiol*, 162(1), 1-12.

3. Maojo, V. (2023). Informe anticipado: Aplicaciones de la inteligencia artificial en medicina personalizada de precision. Reporte: M-23713-2023. Instituto Roche. Observatorio de tendencias en la medicina del futuro. Recuperado el 6 de agosto del 2023 de, `https://www.institutoroche.es/static/archivos/Informes_anticipando_2023_Aplicaciones_de_la_Inteligencia_Artificial_en_Medicina_Personalizada_de_Precision.pdf`.

4. Saeed, W., Omlin, Ch. (2023). Explainable AI (XAI): A systematic meta-survey of current challenges and future opportunities. *Knowledge-Based Systems*, 263(1), 1–24.

5. Antoniadi, A.M., et al. (2021). Current challenges and future opportunities for XAI in machine learning-based clinical decision support systems: A systematic review. *Applied Science*, 11(11), 1–23.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

6. Montavon, G., Samek, V., Müller, K-R. (2018). Methods for interpreting and understanding deep neural networks. *Digital Signal Processing*, 73, 1–15.

7. Zhou, J., Gandomi, AH., Chen, F., et al. (2021). Evaluating the quality of machine learning explanations: a survey on methods and metrics. *Electronics*, 10(5), 593.

8. Shevskaya, NV. (2021). Explainable artificial intelligence approaches: Challenges and perspectives. En *Proc. 2021 Intl. Conf. on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS)*, pp. 540–543.

9. Le, T., Prihatno, AT., Oktian, Y.E., et al. (2023). Exploring local explanation of practical industrial AI applications: A Systematic Literature Review. *Appl. Sci.*, 13(9), 1–28.

10. Van der Waa, J., Nieuwburg, E., Cremers, A., Neerincx, M., (2021). Evaluating XAI: A comparison of rule-based and example-based explanations. *Artificial Intelligence*, 291, 1–19.

SOBRE EL AUTOR



Humberto de Jesús Ochoa Domínguez estudió su licenciatura en el Instituto Tecnológico de Veracuz, su maestría en el Instituto Tecnológico de Chihauhua y su doctorado en la Universidad de Texas en Arlington. Actualmente, es profesor investigador en la Unversidad Autónoma de Ciudad Juárez y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. Sus áreas de investigación incluyen inteligencia artificial, la inteligencia artificial explicable aplicada a la medicina, la superresolución y la reconstrucción de imágenes para medicina nuclear con aprendizaje profundo.



Imagen tomada de: `https://www.iosb.fraunhofer.de/en/competences/image-exploitation/interactive-analysis-diagnosis/explainable-ai.html`.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

ARTÍCULO ACEPTADO

Uso del Algoritmo K-medias para el Análisis de Resultados de Matemáticas en la Prueba Planea 2017

Israel Gutiérrez González, Doricela Gutiérrez Cruz, Octavio Juárez Barrera, Carmen Liliana Rodríguez Páez y Ricardo Rico Molina

Introducción

Uno de los principales elementos de análisis del quehacer docente es lo relativo a la forma en la que se enseña y se aprenden las matemáticas en el aula. El personal docente, en los distintos niveles educativos, ha recurrido a diversas estrategias que permitan que el conocimiento sea digerible, atractivo y permanente en los estudiantes. Esto ha conducido a que la investigación en la enseñanza - aprendizaje de las matemáticas sea muy abundante. Diversos factores han sido estudiados como variables que tienen una estrecha relación con el desempeño académico en el área de las matemáticas. Planas [1] asegura que el estudio de factores de índole cultural, social y afectivo permiten mejorar la comprensión del problema del proceso de enseñanza – aprendizaje en el área de las matemáticas. Gil [2] por su parte, enfoca el problema en el papel que juegan los factores afectivos y emocionales en el aprendizaje de las matemáticas.

La infraestructura de las escuelas, el ausentismo de los profesores y la incorporación de los maestros a la carrera magisterial son elementos estudiados por Abreu [3] y que, aseguran, presentan una relación significativa con el logro académico de los estudiantes. Otros aspectos que también se consideran como relevantes en el estudio de los factores inherentes al aprendizaje académico son el proceso acumulativo de conocimiento, la herencia familiar y los insumos escolares como bien establece Petra [4]. Los factores institucionales, las características de los estudiantes, el hogar del estudiante y los antecedentes familiares son elementos que también han sido analizados [5]. Así mismo, diversos autores proponen un análisis estadístico que puede aportar en la comprensión del fenómeno del aprendizaje en lo que a investigación educativa se refiere [6].

Desde el año 2015, en México se creo el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes PLANEA a cargo de la Secretaría de Educación Pública. El objetivo de esta dependencia es la medición del impacto educativo a través de la aplicación de pruebas para evaluar conocimientos y habilidades de estudiantes de distintos niveles escolares [7].

En México existen algunos trabajos de investigación relacionados con el análisis de datos sobre los resultados de las evaluaciones echas a nivel nacional tales como el trabajo de Campos [8]. En dicha investigación se encuentra una relación entre el nivel obtenido en la evaluación y las calificaciones bimestrales del ciclo escolar en educación primaria. Así mismo puede ser mencionado el sistema ANCONE [9] el cual es un sistema informático que establece las variables que tienen un mayor impacto en las pruebas académicas tales como el nivel de estudios de los padres, los recursos con los que cuenta la familia del estudiante, así como las aspiraciones mismas de estos. De esta forma, el estudio de las variables que tienen una estrecha relación con el aprovechamiento académico, es una constante en lo que a investigación educativa se refiere. En ese trabajo se establece que existen parámetros regionales, culturales y sociales que permiten mejorar la comprensión y el desarrollo de habilidades en las matemáticas. Este estudio puede abonar en el análisis de las estrategias que permitan una mejoría en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Los datos obtenidos de las pruebas estandarizadas puede ayudar a comprender el comportamiento en el rendimiento académico de los alumnos.

Materiales y Métodos

Se tomaron los resultados de la prueba PLANEA aplicada en estudiantes del último grado del nivel medio superior en el área de Matemáticas. Dichos datos fueron obtenidos de la plataforma electrónica del Instituto Nacional para la evaluación de la Educación [10]. A pesar de que en dicha plataforma se encuentran los resultados de la aplicación de la prueba del año 2015 en adelante, en este trabajo se toma en cuenta el año 2017 con el objetivo de realizar un análisis relativo a los primeros años de aplicación de la prueba. El conjunto de datos está compuesto por distintas variables tanto numéricas como

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

categóricas. Las variables numéricas refieren el porcentaje de estudiantes por escuela que obtuvieron cierto nivel de logro. Los niveles de logro en la prueba PLANEA son un parámetro de suma importancia en la interpretación de nuestros resultados y estos niveles plantean una forma de ubicar a las escuelas y a los estudiantes con base en los conocimientos y habilidades que demuestren. El Nivel I de PLANEA corresponde al nivel de menor rendimiento académico y el Nivel IV corresponde al de mayor aprovechamiento como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de niveles de aprovechamiento según PLANEA.

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
Logro insuficiente	Logro apenas indispensable	Logro Satisfactorio	Logro Sobresaliente

Las variables categóricas que se tomaron en cuenta para la búsqueda de patrones de comportamiento son: nivel de marginación, la entidad federativa y el tipo de sistema educativo. Para la variable "grado de marginación" los valores establecidos en PLANEA son: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. Respecto de la variable "tipo de sistema educativo", se evalúan 21 distintos sistemas educativos de nivel medio superior tales como CONALEP, Colegios de Bachilleres, Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos, escuelas del IPN, etc. La variable "entidad federativa" tiene como valores los 32 estados de la República Mexicana. En la base de datos descargada, se pueden contabilizar un total de 16380 registros o escuelas que fueron evaluadas en los 32 estados que conforman la República Mexicana. De esta forma los registros pueden verse como vectores que contienen tres variables categóricas y cuatro variables numéricas.

Desarrollo

Para el análisis de datos, se utiliza el algoritmo K-medias (K-means), el cual es un algoritmo de agrupamiento de uso común en la Minería de Datos. Este algoritmo esta basado en el cálculo de distancias euclidianas entre los valores numéricos de cada uno de los vectores o registros y un vector de datos representativo de cada grupo. Dicha técnica garantiza, con cierto nivel de confianza, que los elementos de cada grupo obtenido tendrán características que los hacen afines. Por ejemplo, si se tiene un conjunto de 100 registros con cualquier número de variables numéricas y se utiliza el algoritmo con K=2, el algoritmo dividirá los 100 datos en dos grupos y los elementos de cada grupo tendrán características en común. En este trabajo el cálculo se realizó haciendo uso del algoritmo K-medias con los valores K=2, K=3 y K=4 pero aquí se reportan únicamente los resultados para K=3 grupos ya que para K=2 y K=4 los resultados y comportamientos fueron análogos. En el caso K=3, el algoritmo divide los 16380 registros o escuelas en tres grupos diferentes con características comunes cada uno de ellos. Sobre cada grupo obtenido, se realizó un análisis de sus características intrínsecas para buscar comportamientos o patrones que permitan catalogar a cada uno de los grupos. Nombramos a los grupos como grupo K1, grupo K2 y grupo K3. En la Tabla 2, se puede visualizar la cantidad de escuelas que corresponden a cada uno de los tres grupos por entidad federativa según lo obtenido al aplicar el algoritmo K-medias. Por ejemplo, el total de escuelas que fueron evaluadas en Aguascalientes fue de 214 de las cuales 30 se agruparon en el grupo K1 (lo que corresponde al 14.02 % del total de las escuelas evaluadas en esta entidad), 85 en el grupo K2 (39.72 %) y 99 en el grupo K3 (46.26 %).

Tabla 2. Cantidad y porcentaje de escuelas en los tres grupos K1, K2 y K3.

Entidad	Número de escuelas por grupo			Porcentaje de escuelas por grupo		
	K1	K2	K3	K1	K2	K3
AGUASCALIENTES	30	85	99	14.02	39.72	46.26
BAJA CALIFORNIA	48	138	177	13.22	38.02	48.76
BAJA CALIFORNIA SUR	18	44	47	16.51	40.37	43.12
CAMPECHE	15	57	62	11.19	42.54	46.27
CHIAPAS	146	164	445	19.34	21.72	58.94
CHIHUAHUA	70	143	267	14.58	29.79	55.63
CIUDAD DE MEXICO	67	133	221	15.91	31.59	52.49
COAHUILA	75	154	258	15.40	31.62	52.98
COLIMA	17	45	54	14.66	38.79	46.55
DURANGO	53	114	119	18.53	39.86	41.61
GUANAJUATO	126	396	412	13.49	42.40	44.11
GUERRERO	80	142	376	13.38	23.75	62.88
HIDALGO	59	249	182	12.04	50.82	37.14
JALISCO	223	399	196	27.26	48.78	23.96
MEXICO	209	707	868	11.71	39.63	48.65
MICHOACAN	71	182	313	12.54	32.16	55.30
MORELOS	34	85	103	15.32	38.29	46.40
NAYARIT	15	55	92	9.26	33.95	56.79
NUEVO LEON	50	95	226	13.48	25.61	60.92
OAXACA	90	261	280	14.26	41.36	44.37
PUEBLA	486	655	441	30.72	41.40	27.88
QUERETARO	64	113	82	24.71	43.63	31.66
QUINTANA ROO	25	63	117	12.20	30.73	57.07
SAN LUIS POTOSI	40	112	305	8.75	24.51	66.74
SINALOA	98	164	164	23.00	38.50	38.50
SONORA	69	131	124	21.30	40.43	38.27
TABASCO	43	79	214	12.80	23.51	63.69
TAMAULIPAS	53	119	226	13.32	29.90	56.78
TLAXCALA	17	91	80	9.04	48.40	42.55
VERACRUZ	230	664	746	14.02	40.49	45.49
YUCATAN	47	127	179	13.31	35.98	50.71
ZACATECAS	54	130	87	19.93	47.97	32.10
	TOTAL = 16380					

Para caracterizar a cada grupo, se calculó el promedio de los porcentajes de escuelas que pertenecen a cada nivel de logro por cada uno de los tres grupos quedando estos porcentajes como se visualiza en la Tabla 3.

Tabla 3. Distribución por número y porcentaje de escuelas en los tres grupos K1, K2 yK3 para el Área de Matemáticas.

Grupo	Número de excuelas	Promedio de porcentaje por nivel de logro			
		Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
K1	2722	20.827	37.541	25.226	15.601
K2	6096	59.927	29.225	8.156	2.696
K3	7562	87.769	9.744	1.971	0.519

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

La minería de datos permite visualizar que existe correlación entre factores sociales y el rendimiento académico a nivel de secundaria.

Resultados y discusión

El análisis de los datos de la tabla 3 permite ver que existe un escaso porcentaje de escuelas en el nivel IV, de logro sobresaliente (15.6, 2.6 y 0.5 para los grupos K1, K2 y K3 respectivamente), para cada uno de los grupos K. Observando los promedios de porcentaje por nivel de logro, se puede ver que para el grupo K1 se detecta una mayor concentración de escuelas entre los niveles II y III (37.5 y 25.2 respectivamente) los cuales corresponden a los niveles de logro: apenas indispensable y satisfactorio, según la clasificación de niveles de aprovechamiento de PLANEA. De esta forma podemos clasificar al grupo K1 como un grupo que, si bien no es sobresaliente, tiene un desempeño aceptable o satisfactorio por lo que lo clasificamos como grupo de "Logro Satisfactorio". Así mismo, para el grupo K2 se puede observar una mayor concentración en los niveles I y II (59.9 y 29.2 respectivamente) que corresponden a los niveles de aprovechamiento PLANEA insuficiente y apenas indispensable, por lo que clasificamos al grupo K2 como grupo de "Logro apenas indispensable". Finalmente, para el grupo K3 se puede ver un porcentaje mayoritario indiscutible en el nivel I (87.7) que corresponde al nivel insuficiente según PLANEA por lo que el grupo K3 concentra un alto porcentaje de escuelas con deficiencias académicas por lo que clasificamos este grupo como un grupo de "Logro insuficiente" (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de los grupos obtenidos de acuerdo con los niveles PLANEA para el Área de Matemáticas.

Grupo	**Clasificación de acuerdo a K-Medias**
K1	Logro satisfactorio
K2	Logro apenas indispensable
K3	Logro insuficiente

En la Figura 1 se muestra un gráfico de los porcentajes de escuelas por entidad federativa que se encuentran en los grupos K1 y K3 (rendimientos satisfactorio e insuficiente respectivamente) los cuales consideramos representativos y ordenados del de mayor al de menor porcentaje.

El comportamiento que se puede observar en la Figura 1a es que los estados de Puebla, Jalisco y Querétaro se encuentran entre los estados con un mayor porcentaje de escuelas dentro del grupo K1 de logro satisfactorio. Por otra parte, los estados de San Luis Potosí, Tabasco y Guerrero se encuentran como los primeros estados en tener los mayores porcentajes de escuelas dentro del grupo K3 de logro insuficiente con más del 50 % de sus escuelas dentro de este grupo (Figura 1b). Para el caso de porcentajes por subsistema, en la Figura 2 se puede observar que los sistemas CETI e IPN dominan en porcentaje en el grupo K1 de nivel satisfactorio en el Área de Matemáticas (Figura 2a), mientras que los sistemas PREECOS y CONALEP DF-OAX se ubican como los sistemas educativos con un menor rendimiento académico al ser mayoritarias en el grupo K3 (Figura 2b). Así mismo, puede observarse que, CETI e IPN se encuentran muy por encima del siguiente subsistema (otras federales) para el caso del grupo K1 y que prácticamente estas instituciones no tienen una sola escuela dentro del grupo K3. Este comportamiento da cuenta del elevado nivel académico que tienen en los sistemas CETI e IPN en el área de matemáticas. Tomando en cuenta la variable nivel de marginación para el análisis, en la figura 3a puede observarse que, si el nivel de marginación es muy bajo, entonces se tiene un mayor porcentaje de escuelas dentro del grupo K1. Por el contrario, para niveles de marginación demasiado altos, hay una preponderancia de escuelas dentro del grupo K3 como puede verse en la figura 3b. Este comportamiento permite establecer que entre mayor es el nivel de marginación, menor será el rendimiento académico y recíprocamente.

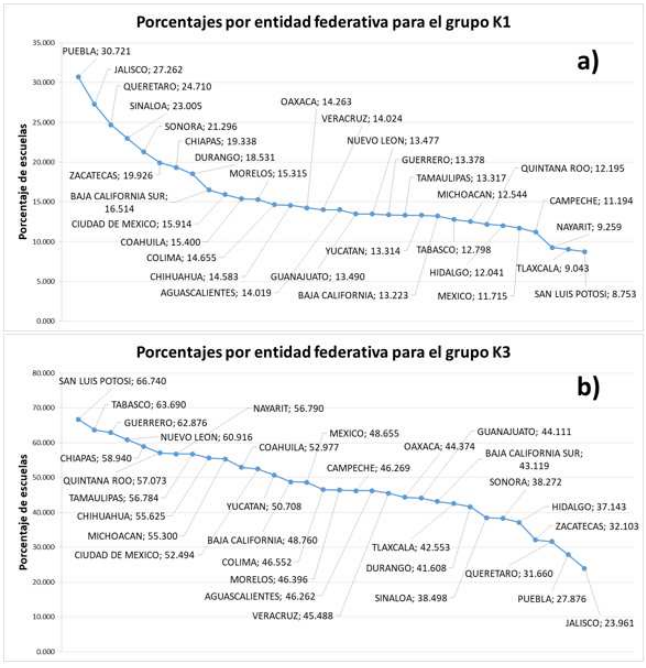


Figura 1. Porcentaje de escuelas evaluadas por PLANEA por entidad federativa para el Área de Matemáticas: a) para

el grupo K1 (de logro satisfactorio), b) para el grupo K3 (de logro insuficiente).

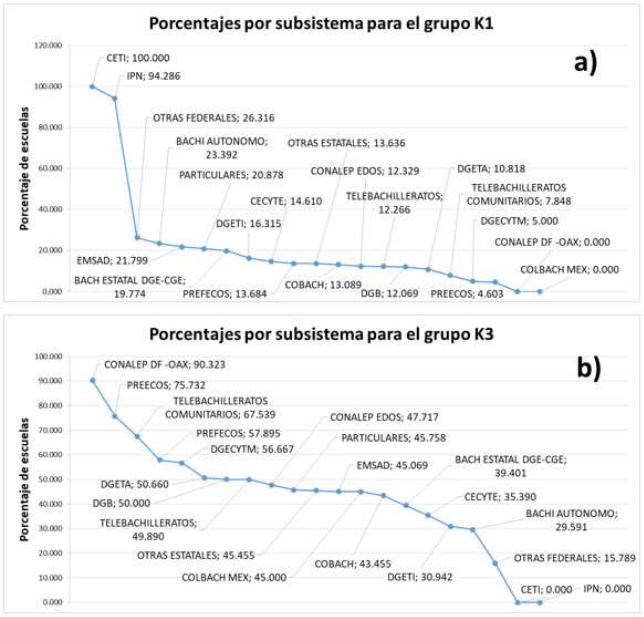


Figura 2. Porcentaje de escuelas evaluadas por PLANEA por subsistema para el Área de Matemáticas: a) para el grupo K1 (de logro satisfactorio), b) para el grupo K3 (de logro insuficiente).

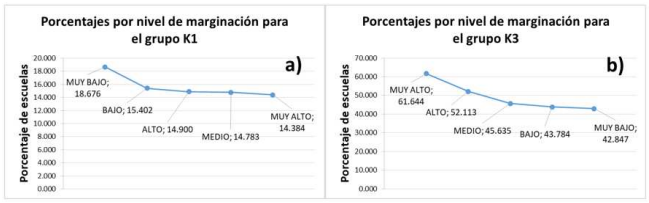


Figura 3. Porcentaje de escuelas evaluadas por PLANEA por nivel de marginación para el Área de Matemáticas: a) para el grupo K1 (de logro satisfactorio), b) para el grupo K3 (de logro insuficiente).

Conclusiones

Se obtienen 3 grupos que clasificamos como de logro satisfactorio (nivel destacado), logro apenas indispensable (nivel intermedio) y logro insuficiente (bajo nivel) respectivamente. En el grupo K1, que corresponde al nivel de logro satisfactorio, se puede destacar una cantidad mayoritaria de escuelas en los estados de Puebla y Jalisco. Estos estados tienen un aprendizaje que los coloca en un nivel de logro satisfactorio respecto de los otros estados. Por el contrario, estados como Tabasco y Guerrero tienen un porcentaje importante de sus escuelas en el grupo K3 de nivel de logro insuficiente. Respecto de la variable subsistema educativo, las instituciones más destacadas o que pertenecen mayoritariamente al grupo K1, son los bachilleratos CETI y los bachilleratos del IPN. Para el grupo K3 se pueden ubicar a los sistemas CONALEP y PREECOS como aquellos de bajo aprovechamiento en matemáticas e incluso ninguna escuela del IPN o CETI se ubicaron en el grupo K3. Esto indica el buen nivel que tienen estas instituciones en el área de matemáticas. Se encontró que la variable nivel de marginación es un factor que indiscutiblemente afecta el rendimiento académico. Se pudo observar que el grupo K1, de nivel de logro satisfactorio, tiene un mayor porcentaje de escuelas con muy baja marginación mientras que, se puede ver, una cantidad mayoritaria de escuelas en el grupo K3 de nivel de logro insuficiente que se encuentran en marginación muy alta. De esto se concluye que entre mayor sea el nivel de marginación, menor es el rendimiento académico en el área de matemáticas. Por último cabe destacar que, en relación con el estudio del aprovechamiento académico, la minería de datos provee herramientas de análisis que permiten extraer información y encontrar patrones de comportamiento. Los resultados y conclusiones que se obtienen de la aplicación de estos modelos pueden reforzarse y/o complementarse con la analítica del aprendizaje la cual es un área de investigación que se centra en mejorar las metodologías pedagógicas.✳

REFERENCIAS

1. Planas, N. y Alsina, Á. (2006). Argumentos para los futuros maestros en torno al conocimiento matemático. *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, 42, 87-98.
2. Gil, N., Guerrero, E. y Blanco, L. (2006). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 4(1), 47-72.
3. Abreu-Lastra, R. y Calderón-Martín, D. (2007). Índice compuesto de eficacia de los sistemas escolares. Mexicanos Primero Visión 2030 A.C./Fundación IDEA, A.C.
4. Petra, T. y Kenneth, W. (2003). On The Specification and Estimation of The Production Function for Cognitive Achievement. *The Economic Journal*, 113(485), 3-33.
5. Glewwe, P. y Kremer, M. (2006). Chapter 16 Schools, Teachers, and Education Outcomes in Developing Countries. H*andbook of the Economics of Education*, 2, 945-1017.
6. Baker, R. Corbett, A., Koedinger, K. y Wagner, A. (2004). Off-task behavior in the cognitive tutor classroom: When students 'game the system'. *SIGCHI Conf. Human Factors Comput. Syst.*, 383-390.
7. INEE. (2015). Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes. Disponible en: `https://historico.mejoredu.gob.mx/evaluaciones/planea` (consultado: junio 2022).
8. Campos-Vázquez, R. y Urbina, F. (2011). Desempeño educativo en México: la prueba ENLACE. *Estudios Económicos*, 26(2), 249-292.
9. Heredia-Márquez, A., Chi-Poot, A., Guzmán-Arenas, A. y Martínez-Luna, G. (2020). ANCONE: An Interactive System for Mining and Visualization of Students Information in the Context of PLANEA 2015. *Revista Computación y Sistemas*, 24(1), 151–176.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

10. INEE. (2017). Evaluaciones de Logro referidas al Sistema Educativo Nacional. Último grado de Educación Media Superior, ciclo escolar 2016-2017. Disponible en: https://www.inee.edu.mx/evaluaciones/planea/media-superior-ciclo-2016-2017 (consultado: junio 2022)

SOBRE LOS AUTORES



Israel Gutiérrez González recibió el grado de Dr. en Física de Materiales por la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional. Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma del Estado de México en la Ingeniería en Sistemas Inteligentes. Su área de interés en investigación es la programación y aplicación de algoritmos de aprendizaje automático para el análisis de datos.



Doricela Gutiérrez Cruz es profesora de Tiempo Completo de la Universidad Autónoma del Estado de México, adscrita a la ingeniería en sistemas inteligentes, ha escrito diversos artículos relacionados con la Minería de Datos y aprendizaje automático, es Líder del Cuerpo Académico "Diseño de sistema y tecnologías inteligentes" registrado ante la SEP, cuenta con el perfil PRODEP.



Octavio Juárez Barrera es maestro en Ciencias de la Complejidad, realizó sus estudios en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, es maestro en Sociología de la Salud por la Universidad Autónoma del Estado de México, ha realizado investigaciones sobre sistemas de transporte y sistemas complejos. Actualmente está adscrito como profesor Investigador del Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl de la Universidad Autónoma del Estado de México.



Carmen Liliana Rodríguez Páez es Doctora en Ingeniería de Sistemas, en el programa de Posgrado en Ingeniería de la Sección de Estudios de Posgrado en Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la ESIME-Zacatenco. Su línea de investigación son los Sistemas de Información, Data Warehouse y Sistemas Basados en Conocimientos.



Ricardo Rico Molina es Doctor en ingeniería de los sistemas impartida en la sección de estudios de posgrados de la ESIME Zacatenco del IPN, obtuvo el grado de maestro en ciencia de los sistemas en la misma institución, fue candidato a investigador SNI del 2013 al 2016. Actualmente esta adscrito como profesor investigador dentro de la Universidad Autónoma del Estado de México.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

IA & Educación

Julieta Noguez, Lucía Barrón y Yasmín Hernández

La inteligencia artificial en la educación

Actualmente, la Inteligencia Artificial (IA) se ha vuelto un tema común de conversación y, particularmente, de preocupación en el ámbito educativo debido a las herramientas de IA generativa como ChatGPT [1]. Los estudiantes usan dichas herramientas con frecuencia para tener conversaciones en lenguaje natural y crear contenidos relacionados con sus tareas académicas. En los últimos meses, el uso de herramientas de IA generativa ha provocado un cambio en las reglas del juego en varias industrias, impactando principalmente a la educación. La IA se manifiesta en nuestras interacciones en la vida real mediante sensores y algoritmos en nuestros dispositivos que capturan señales de comportamiento, el internet de las cosas en nuestros hogares, y los sistemas de diálogo con chatbots en los call centers y sistemas de ventas, entre otros, mejorando nuestra experiencia y forma de comunicarnos.

Es importante mencionar que, desde sus inicios, se han realizado esfuerzos significativos para desarrollar e integrar sistemas inteligentes en diversas áreas, incluida la educación, donde se han desarrollado una gran variedad de herramientas que incorporan módulos inteligentes. Estos módulos incorporan técnicas y algoritmos, entre los que destacan el aprendizaje automático (también conocido como machine learning), los agentes inteligentes, técnicas inteligentes de búsqueda, teoría de juegos, representación del conocimiento, redes bayesianas, toma de decisiones complejas, agentes multi-agentes, aprendizaje profundo (*deep learning*), aprendizaje por refuerzo, procesamiento de lenguaje natural, visión computacional y robótica, entre otras [2].

Algunas categorías de aplicaciones computacionales donde la IA provee ventajas al servicio de le educación son las siguientes:

- **Los sistemas tutores inteligentes**, que permiten modelar los procesos cognitivos para optimizar el aprendizaje de los estudiantes [3].
- **Las herramientas de aprendizaje personalizado**, que ofrecen al estudiante materiales, actividades y acciones acordes a sus características o perfiles, necesidades y conocimientos, así como a sus respuestas e interacciones [4].
- **Los ambientes de evaluación adaptativa**, que ajustan las preguntas y problemas que se le presentan al estudiante para que su aprendizaje sea más eficiente y efectivo, identificando las áreas de oportunidad de aprendizaje del estudiante [5].
- **Las plataformas inteligentes para el trabajo colaborativo**, que buscan contribuir a la forma en que se interactúa en estos espacios, ofreciendo retroalimentación y mejorando la experiencia colaborativa [6].
- **Las plataformas inteligentes de juego**, que incluyen la modelación del jugador acorde a su interacción en tiempo real, la adaptación de la dificultad del juego en forma automática y el procesamiento de lenguaje natural para potenciar un ambiente educativo que permita desarrollar competencias sociales, de comunicación y de trabajo en equipo [7].

Adicionalmente, en la literatura se identifican dos aplicaciones principales de la IA en la administración de las instituciones escolares: a) la automatización de las tareas rutinarias de los docentes, y b) el análisis de grandes volúmenes de información de los sistemas educativos [8].

A pesar de este panorama tan alentador, los docentes enfrentan retos importantes para incorporar los avances de la IA. Por una parte, la población actual en los diferentes niveles de educación básica, media y superior creció usando la tecnología y en su día a día reciben muchísima información, lo que puede poner en desventaja a los profesores de cierta edad abriendo la brecha generacional. Los estudiantes actuales también tienen un sentido de "inmediatez" (requieren respuestas rápidas) y dificultad para profundizar en conceptos complejos, poseen características más visuales, tienen habilidades multi-tarea, tienen con poca tolerancia a la frustración, y ofrecen resistencia al trabajo intenso.

Por otra parte, es necesario que los profesores de los diferentes niveles reciban capacitación y cursos de actualización para aprovechar las herramientas de IA que les permitan innovar las prácticas de enseñanza-aprendizaje y así poder transformar la visión de la educación, permitiendo que los estudiantes incrementen sus capacidades, aprovechen la tecnología y se conviertan en seres que asuman con una mayor responsabilidad cada uno de sus actos.

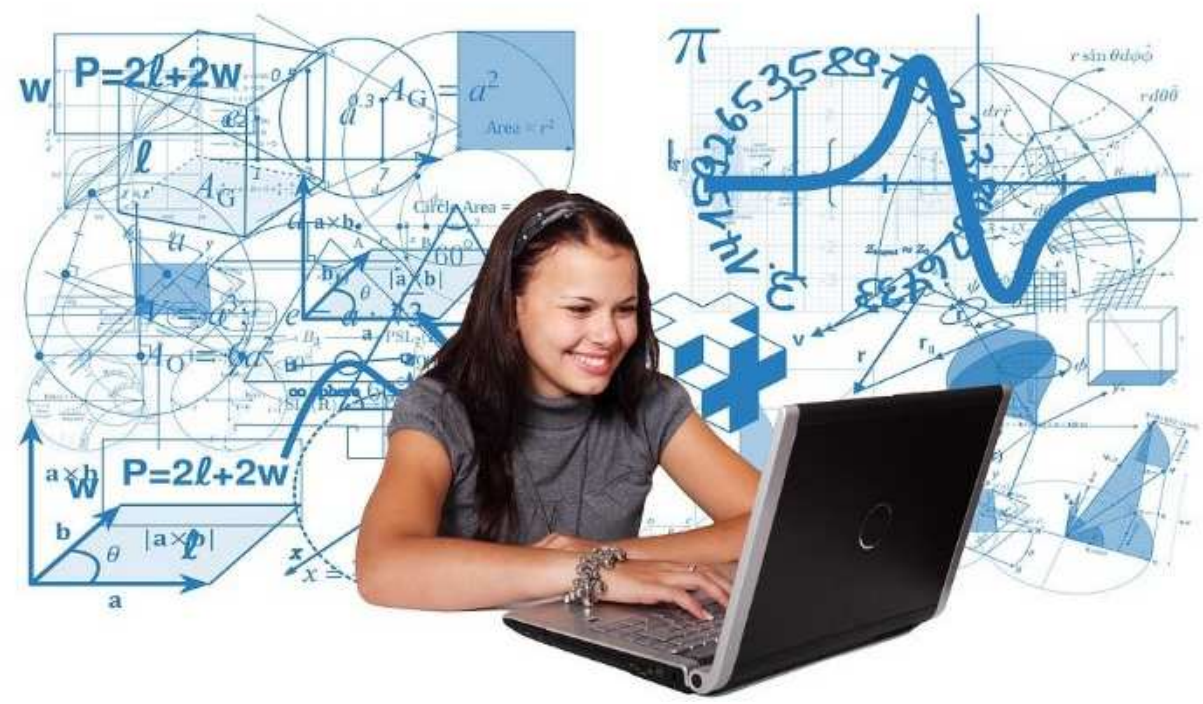
© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Sin embargo, los rápidos desarrollos tecnológicos conllevan inevitablemente múltiples riesgos y desafíos, que hasta ahora han superado los debates políticos y los marcos regulatorios. Algunas organizaciones como la UNESCO demandan un enfoque de la IA centrado en el ser humano. Su objetivo es incluir el papel desempeñado por la IA en la solución de las desigualdades actuales en materia de acceso al conocimiento, la investigación y la diversidad de las expresiones culturales, y garantizar que la IA no amplíe la brecha tecnológica al interior de los países y entre ellos. La promesa de la "IA para todos" debe permitir que cada cual pueda sacar provecho de la revolución tecnológica en curso y acceder a sus frutos, fundamentalmente en términos de innovaciones y conocimientos [9].

Hay mucho trabajo por hacer, pero el impacto de la IA en la educación tendrá un efecto profundo en el desempeño de las personas dedicadas a la docencia, y los sistemas escolares se administrarán para participar activamente en mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en beneficio de los estudiantes.✳

REFERENCIAS

1. ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue, http://openai.com/blog/chatgpt (consultada el 24 de enero de 2023)
2. International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED). https://link.springer.com/journal/40593 (consultada el 10 de febrero de 2024)
3. Loures-Elias, A. P. S., & Bernacki, M. L. (2024). The Influence of Affect in Help-Seeking Behaviors and Performance in a Math Intelligent Tutoring System. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.1004185
4. Gonzalez-Nucamendi A., Noguez J., Neri L., Robleda-Rella V. García Castelan R.M. Escobar-Castillejos D.E. (2022). Learning Analytics to Determine Students' Profile Dimensions Associated with their Academic Performance. Applied Sciences. ISSN 2076-3417. https://doi.org/10.3390/app122010560
5. Clariana R.B., Hooper S. (2012) Adaptive Evaluation Systems. In: Seel N.M. (eds) Encyclopedia of the Sciences of Learning. Springer, Boston, MA. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1061.
6. Alanis-Funes G., Neri L., Noguez-J, (2011) Collaborative architecture to support active learning. Research in Computing Science, Vol. 53 Advances in Computer Science and Applications, Pags. 13-22, CIC-IPN, México, ISSN: 1870-4069
7. Muñoz, K., Noguez, J., Neri, L., Kevitt, P. M., & Lunney, T. (2016). A Computational Model of Learners Achievement Emotions Using Control-Value Theory. Journal of Educational Technology & Society, 19 (2), 42–56. ISSN: 1436-4522 (online) and 1176-3647 (print) http://www.ifets.info/issues.php?show=current
8. Pedró F., Subosa M., Rivas A., Valverde P. (2019) Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development. Working Papers on Education Policy, 7. UN Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994
9. La inteligencia artificial en la educación (2024). Aprendizaje digital y transformación de la educación. https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence Consultado el 9 de febrero de 2024



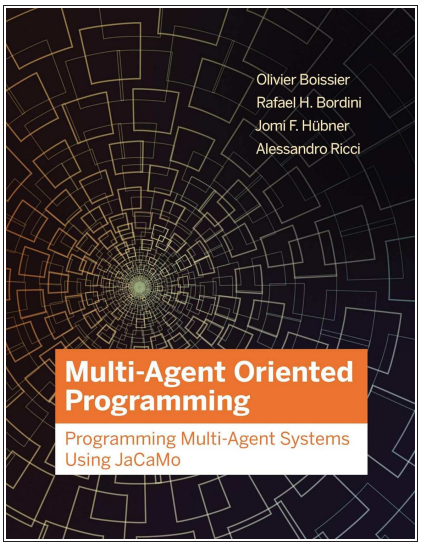
© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Deskubriendo Konocimiento

Alejandro Guerra Hernández y **Gildardo Sánchez Ante**
deskubriendokonocimiento@komputersapiens.org

Revisión de "Multi-Agent Oriented Programming" *

Dr. Alejandro Guerra Hernández
Universidad Veracruzana
Instituto de Investigaciones en Inteligencia Artificial



Portada del libro. *

Las computadoras no son muy buenas decidiendo qué hacer. Cada acción ejecutada por una computadora debe ser anticipada, planificada y codificada explícitamente por un programador. Si la computadora confronta una situación imprevista el resultado suele ser malo, en el mejor de los casos un fallo del sistema. Aún así, solemos contentarnos con esta visión de la computadora literalmente obediente.

Sin embargo, hay una cantidad creciente de aplicaciones que requieren sistemas que puedan decidir por ellos mismos qué hacer para satisfacer las metas que les delegamos. Estos sistemas computacionales se conocen como agentes y, aquellos que operan de manera robusta en ambientes abiertos, dinámicos y difíciles de predecir, suelen ser calificados de inteligentes. Los vehículos espaciales y los controladores aéreos son ejemplos de las aplicaciones en cuestión. Cuando nuestros sistemas computacionales se construyen como un equipo de agentes inteligentes hablamos de Sistemas Multi-Agentes.

El libro que hoy nos ocupa promueve la Programación Orientada a Sistemas Multi-Agente (MAOP, por sus siglas en inglés) como un paradigma para modelar, diseñar y programar estos sistemas. Si bien, podemos encontrar en la literatura del área diversos formalismos, metodologías y lenguajes de programación orientados a agentes, esta propuesta es novedosa al considerar tres dimensiones en estas tareas: agentes, ambientes y organizaciones. Mientras que el capítulo uno introduce brevemente los objetivos del texto, los retos, el enfoque seguido y el público al que va dirigido; el capítulo dos provee una panorámica general de estas dimensiones. El capítulo tres pasa a la práctica e introduce JaCaMo **, una plataforma abierta de desarrollo implementada en Java para la implementación de sistemas bajo los principios de la MAOP. El sitio web de JaCaMo incluye el código fuente de todos los ejemplos abordados en el libro y otros ejemplos de interés para explorar sus posibilidades.

La dimensión agente es el tema del capítulo cuatro, que introduce el conocido modelo Creencias-Deseos-Intenciones (BDI) con extensiones para la comunicación basada en actos de habla. Las creencias constituyen la información que cada agente tiene acerca de su entorno, en donde intenta satisfacer sus metas o deseos. Las intenciones son pilas de planes que los agentes se comprometen a llevar a cabo para lograr sus metas. Creencias, metas y planes pueden comunicarse usando los actos de habla. Nuestra labor como programadores es proveer a cada agente de creencias, metas y planes iniciales. Los agentes son ejecutados en Jason ***, la implementación en Java de un modelo BDI llamado AgentSpeak(L).

Si bien Jason incluye facilidades para implementar medios ambientes para simulaciones y demos, la verdadera dimensión de ambiente se basa en el meta-modelo de Agentes y Artefactos, el tema del capítulo cinco. Desde esta perspectiva, los

*O. Boissier, R. H. Bordini, J. F. Hübner y A. Ricci. Multi-Agent Oriented Programming: Programming Multi-Agent Systems Using JaCaMo. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2020

**`https://jacamo-lang.github.io`

***R. H. Bordini, J. F. Hübner, y M. Wooldridge. Programming Multi-Agent Systems in Agent-Speak using Jason. John Wiley & Sons Ltd, 2007.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

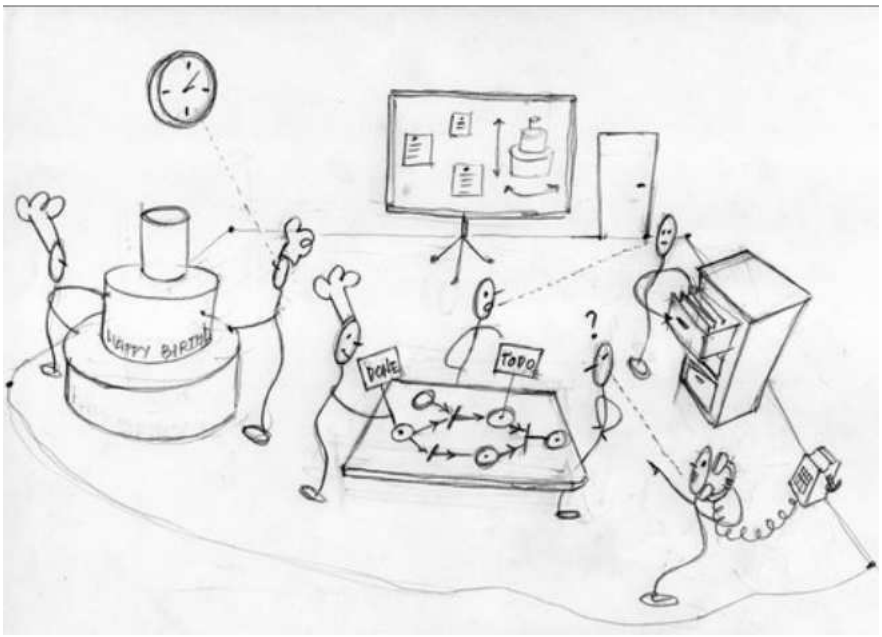
agentes operan en espacios de trabajo locales o remotos, que incluyen una serie de herramientas (los artefactos) para percibir y actuar en el medio ambiente. Las operaciones que los artefactos implementan pueden ser invocadas en los planes de los agentes y sus propiedades son percibidas como creencias. De esta manera los artefactos proveen recursos computacionales a los agentes, sirven como herramientas de coordinación y permiten la interacción con elementos externos al Sistema Multi-Agente. Los espacios de trabajo y los artefactos pueden ser creados por el programador o por los agentes en tiempo de ejecución gracias a la arquitectura CArtAgO, que Jacamo incorpora.

Los capítulos seis y siete ponen en práctica estos conceptos para implementar una habitación inteligente pro-activa. Primero el problema se aborda usando un solo agente que controla la temperatura de la habitación con un artefacto aire acondicionado. El énfasis aquí es en la interacción agentes-artefactos, así como la reactividad y robustez del sistema. Posteriormente se explora la idea de usar varios agentes en esta tarea: cada usuario dispondrá de un asistente personal para interactuar con la habitación. El énfasis aquí está en la comunicación basada en actos de habla, los protocolos de coordinación descentralizados, los artefactos como herramientas de mediación y las arquitecturas que permiten ejecutar a los agentes de manera distribuida.

El capítulo ocho introduce la dimensión organizacional que permite que los agentes adopten diferentes roles y se organicen en equipos de trabajo para la consecución de sus metas bajo ciertas normas. Estos elementos se describen usando un lenguaje basado en XML que provee Moise, la capa organizacional de JaCaMo. Al igual que los artefactos, los agentes pueden crear organizaciones en tiempo de ejecución. El capítulo nueve aplica estos conceptos para mejorar la coordinación de la habitación inteligente desarrollada en los capítulos siete y ocho. Los agentes pueden ahora adoptar los roles de asistente o controlador y votar entre ellos para decidir la temperatura adecuada.

El capítulo diez discute la interacción con otras tecnologías que es muy interesante dado el uso de Java. Es posible encapsular los objetos y métodos de otros sistemas en acciones y artefactos para el uso de los agentes, por ejemplo, algoritmos de aprendizaje automático (Weka). También es posible ejecutar a los agentes en otras infraestructuras como Jade o ROS.

El capítulo once cierra el libro situando la perspectiva MAOP en la tradición y el futuro de la Inteligencia Artificial (IA), donde estamos ante la materialización de lo que Allen Newell llamó el nivel de conocimiento y el nivel social de los sistemas computacionales. También se discuten las importantes contribuciones de la MAOP desde la perspectiva de Ingeniería de Software. Por lo anterior, me parece que es una lectura ampliamente recomendable para cualquier estudioso de la IA, en particular para aquellos interesados en aplicaciones que operan en ambientes abiertos, dinámicos y difíciles de predecir. El texto también puede usarse para las prácticas de un curso de Sistemas Multi-Agente con duración de un semestre.✷



Representación de un sistema multiagente. Imagen tomada del Libro.

© 2024 - Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial ISSN 2007-0691

Si te cuidas **tú**, nos cuidamos **todos**

Todos podemos hacer algo para mitigar y contener la expansión de las enfermedades. Lo primero siempre es entender qué son, cómo se transmiten y cómo afectan.

En este caso, se trata del coronavirus SARS-COV2. Apareció en China en diciembre pasado y provoca una enfermedad llamada COVID-19, que se ha extendido por el mundo y fue declarada pandemia global por la Organización Mundial de la Salud.

Medidas de prevención



LAVA TUS MANOS CON AGUA Y JABÓN



ACUDE AL MÉDICO SOLO EN UNA URGENCIA



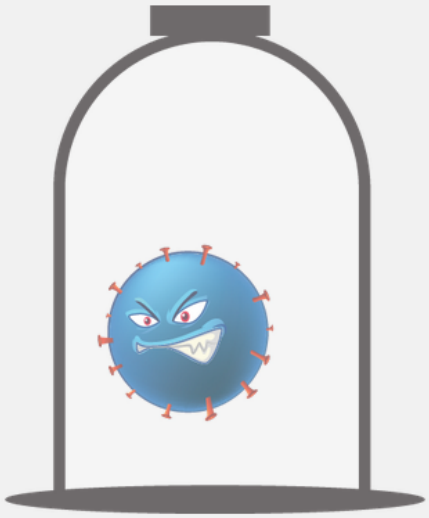
TOSE O ESTORNUDA EN LA PARTE INTERNA DE TU CODO



NO DIFUNDAS NOTICIAS FALSAS

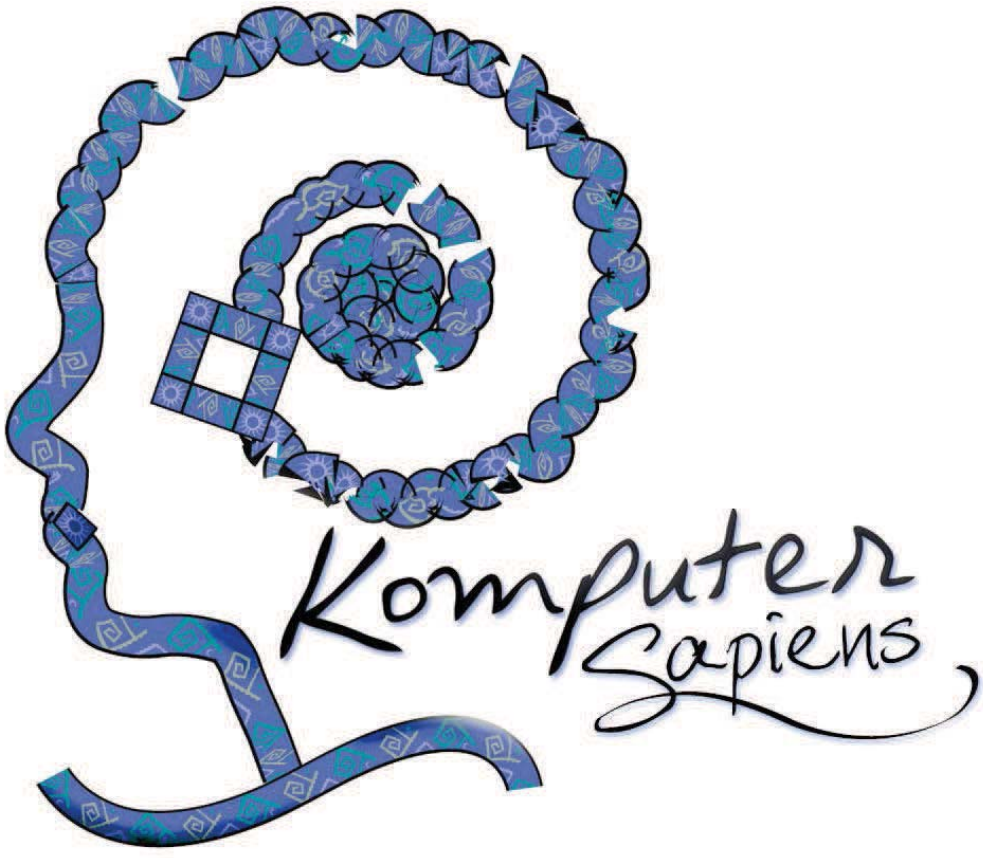
Atendiendo las normas de la Nueva Normalidad y cuidándonos unos a otros podremos salir adelante.

¡SI AISLAMOS AL VIRUS, LO VENCEREMOS!



Información tomada de: https://coronavirus.gob.mx

Indizada en el IRMDCT de CONACYT y en Latindex



¡Publique en Komputer Sapiens!

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Komputer Sapiens solicita artículos de divulgación en todos los temas de Inteligencia Artificial, dirigidos a un amplio público conformado por estudiantes, académicos, empresarios, tomadores de decisiones y consultores. Komputer Sapiens es patrocinada por la **SMIA, la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial**

SMIA
www.smia.org.mx

Instrucciones para autores e información general: http://www.komputersapiens.org
Síguenos en las redes sociales: www.facebook.com/Komputer.Sapiens, twitter.com/KomputerSapiens