

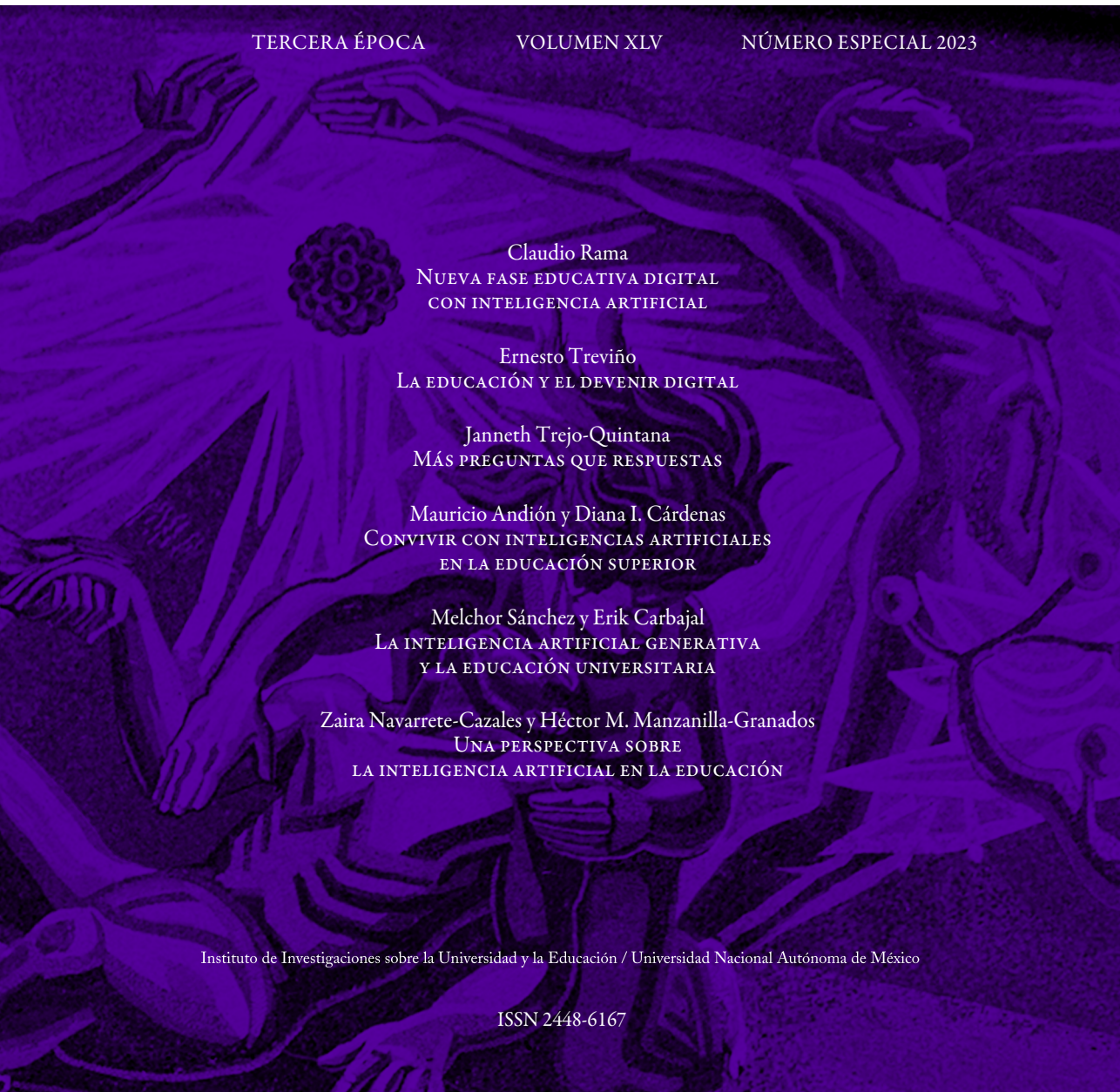
EDUCATIVOS PERFILES EDUCATIVOS

PERFILES EDUCATIVOS

TERCERA ÉPOCA

VOLUMEN XLV

NÚMERO ESPECIAL 2023



Claudio Rama
NUEVA FASE EDUCATIVA DIGITAL
CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Ernesto Treviño
LA EDUCACIÓN Y EL DEVENIR DIGITAL

Janneth Trejo-Quintana
MÁS PREGUNTAS QUE RESPUESTAS

Mauricio Andión y Diana I. Cárdenas
CONVIVIR CON INTELIGENCIAS ARTIFICIALES
EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Melchor Sánchez y Erik Carbajal
LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA
Y LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

Zaira Navarrete-Cazales y Héctor M. Manzanilla-Granados
UNA PERSPECTIVA SOBRE
LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN

Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación / Universidad Nacional Autónoma de México

ISSN 2448-6167

DIRECTOR

Armando Alcántara Santuario

CONSEJO EDITORIAL

María Esther Aguirre Lora, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*

Wilfred Carr, *Universidad de Sheffield, Reino Unido*

Daniel Cassany, *Universidad Pompeu Fabra, España*

Gustavo Fischman, *Arizona State University, EUA*

José Luis Gaviria, *Universidad Complutense de Madrid, España*

Claudia Jacinto, *Instituto de Desarrollo Económico y Social, CONICET, Argentina*

Felipe Martínez Rizo, *Universidad Autónoma de Aguascalientes, México*

Peter McLaren, *Universidad de Chapman, EUA*

Adriana Puiggrós, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*

Michael Peters, *Universidad de Illinois, EUA*

José Francisco Soares, *Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil*

Emilio Tenti Fanfani, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*

Carlos Tünnermann Bernheim, *Academia Nicaragüense de la Lengua, Nicaragua*

Conrad Vilanou, *Universidad de Barcelona, España*

Guillermo Zamora Poblete, *Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile*

COMITÉ EDITORIAL

Concepción Barrón (IISUE-UNAM), Miguel Ángel Casillas (UV), Sonia Comboni (UAM-X),

Patricia Ducoing (IISUE-UNAM), Ana Gallardo (IISUE-UNAM), Édgar González Gaudiano (UV),

Martín López Calva (UPAEP), Guadalupe Olivier (UPN), Susana Quintanilla (DIE-CINVESTAV),

José Luis Ramírez (UNISON), Rosa Martha Romo Beltrán (UdeG), Patricio Solís Gutiérrez (COLMEX),

Ana María Tepichin Valle (COLMEX), Guadalupe Tinajero (UABC).

Editora: Gabriela Arévalo Guízar

Corrección: Cecilia Fernández Zayas

Diseño editorial y formación: Ernesto López Ruiz

Portada: fragmento del mural *La conquista de la energía*, obra de José Chávez Morado, que se encuentra en el auditorio de la antigua Facultad de Ciencias.

Fotografía: IISUE/AHUNAM/Colección Armando Salas Portugal/ASP-CU-0555.

Perfiles Educativos ha sido aprobada para su inclusión en el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica (IRMICYT), del CONACYT, así como en los índices y las bases de datos: SCOPUS (Elsevier, Bibliographic Databases), Scientific Electronic Library Online (Scielo México), Scielo Citation Index (Scielo-Thomson Reuters), Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (REDALYC), Índice de Revistas sobre Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE), Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX) y Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades (CLASE).

Perfiles Educativos es una publicación que da a conocer principalmente resultados de la investigación en educación. Su línea editorial da cabida a los diversos aspectos de indagación, pues considera que las ciencias de la educación se han constituido en un campo inter y pluridisciplinario. La educación es un campo de conocimiento y también un ámbito de intervención; es por ello que en la revista se publican resultados de investigaciones con referentes teóricos o empíricos, desarrollos teóricos y reportes de experiencias educativas con un fundamento conceptual que por su carácter merezcan ser difundidos. *Perfiles Educativos* es una revista de intercambio y debate abierta a todos los interesados en el campo de la investigación educativa.

© 2023, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (IISUE)

Perfiles Educativos es una publicación trimestral del IISUE de la UNAM. Los artículos firmados no necesariamente reflejan los criterios del IISUE y son responsabilidad exclusiva de los autores. Se permite la reproducción de los textos publicados siempre y cuando sea sin fines de lucro y citando la fuente. Revista *Perfiles Educativos*, Edificio del IISUE, lado norte de la Sala Nezahualcóyotl, Zona Cultural, Coyoacán, 04510, Ciudad de México. Correo electrónico: perfiles@unam.mx

Información: perfiles@unam.mx. Certificado de licitud expedido por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas, el 16 de noviembre de 1981. *Perfiles Educativos* es nombre registrado en la Dirección General de Derechos de Autor. Publicado en línea en noviembre de 2023.

Contenido

<i>Editorial</i>	3
<i>Presentación</i>	5
Armando Alcántara Santuario	
CLAUDIO RAMA	9
Nueva fase educativa digital con inteligencia artificial	
ERNESTO TREVIÑO RONZÓN	24
La educación y el devenir digital	
Discurso, experiencias y acciones frente al ascenso de la inteligencia artificial	
JANNETH TREJO-QUINTANA	43
Más preguntas que respuestas	
La inteligencia artificial y la educación	
MAURICIO ANDIÓN GAMBOA Y DIANA IRENE CÁRDENAS PRESA	56
Convivir con inteligencias artificiales en la educación superior	
Retos y estrategias	
MELCHOR SÁNCHEZ MENDIOLA Y ERIK CARBAJAL DEGANTE	70
La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria	
¿Salió el genio de la lámpara?	
ZAIRA NAVARRETE-CAZALES Y HÉCTOR MANUEL MANZANILLA-GRANADOS	87
Una perspectiva sobre la inteligencia artificial en la educación	

Cuántos de nosotros crecimos leyendo novelas de ciencia ficción. Con cada página se hacía más grande nuestra imaginación y capacidad de asombro. Androides, drones, realidades virtuales, supercomputadoras, algoritmos sofisticados y un sinfín de artefactos se entretrejan en historias que nos permitían valorar la relación de los seres humanos con la tecnología y, en lo más profundo, reflexionar sobre la condición humana, siempre cambiante y, al mismo tiempo, perpleja ante lo incierto.

Este año, el Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación celebra el 45 aniversario de la revista *Perfiles Educativos*. En los tiempos que corren, la educación a nivel global atraviesa cambios insospechados con la irrupción —sigilosa y consistente— de la inteligencia artificial (IA). Este número especial discurre y problematiza sobre este asunto con especial énfasis en la educación universitaria. De esta manera, el Instituto aporta al debate informado y a las iniciativas que nuestra máxima casa de estudios ha comenzado a desplegar para incorporarla como parte medular de los procesos de formación docente, sin obviar su alto potencial para cada una de las funciones sustantivas de la universidad.

De cara a la Agenda 2030 encabezada por la UNESCO, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS4) pondera la urgencia de orquestar esfuerzos internacionales que coloquen en el centro la construcción de sistemas educativos inclusivos y equitativos, sustentados en los derechos humanos y el despliegue de las capacidades humanas; que sean promotores de oportunidades de aprendizaje permanente para todos y todas. En este marco, la IA adquiere trascendencia, pues su integración —sistemática, ética y reflexiva— puede devenir en innovaciones de alto calado para nuestros sistemas educativos. Al mismo tiempo, se avizora como una alternativa para personalizar los procesos de formación y garantizar el aprendizaje a lo largo de la vida. Empero, también nos enfrentamos a evoluciones vertiginosas con pocos márgenes para analizar su impacto en las diferentes esferas de la vida, incluidos los avances en el conocimiento, el quehacer científico y la práctica profesional.

En el ámbito de la formación universitaria, la IA resulta prometedora y el hilo de la madeja va más allá del ChatGPT. Los sistemas de tutoría inteligente (STI) pueden compensar aquellos temas de asignaturas que con frecuencia llegan a convertirse en diques de las trayectorias académicas de las

y los estudiantes y, así, afianzar conocimientos disciplinares básicos de las distintas áreas del conocimiento. Los llamados entornos de aprendizaje exploratorios (EAE) ofrecen bríos para que las y los estudiantes construyan su conocimiento al establecer conexiones con esquemas previos; para ello, la IA puede ofrecer retroalimentación, orientación y alternativas al aprendizaje.

Los avances en sistemas de realidad virtual (RV) y aumentada (RA) brindan experiencias de formación en condiciones controladas y la solución de problemas con el apoyo de la IA. En cualquier caso, la incorporación de la inteligencia artificial en la formación universitaria requiere la conjunción de esfuerzos entre docentes, expertos en cognición, estudiantes y creadores de IA, lo cual redundará en distintas formas de organizar la vida académica basada en la colaboración, la creatividad, la escucha y el fomento del pensamiento crítico y autónomo, todo ello, de naturaleza humana.

La integración de la IA en la formación universitaria requiere reconocer el acto educativo, ante todo, como un encuentro dialógico y emancipatorio, a través del cual las y los estudiantes van entrelazando sus capacidades para discernir y tomar decisiones basadas en el conocimiento y en valores éticos. Un contexto global convulsionado por las guerras, el cambio climático, el empecinamiento por la destrucción de la vida en todas sus formas —elementos distópicos comunes del género de ciencia ficción— contrapuntea con el enorme potencial humano para reinventarse y evolucionar a través de sistemas como la IA. Así, en un futuro inmediato se espera que la inteligencia artificial se convierta en una aliada estratégica para desplegar soluciones a los múltiples problemas que aquejan a la sociedad, a la par que nos permita reflexionar sobre nuestra propia condición humana y guiar nuestras decisiones sustentadas en la empatía y en el bien común.

Las voces reunidas en este número especial ofrecen diferentes énfasis, perspectivas analíticas y miradas sobre la IA: como parte de un ecosistema amplio, capaz de generar disrupciones en los sistemas educativos; la necesidad de políticas públicas que reduzcan la desigualdad y contribuyan a la sostenibilidad; la revisión de diversas herramientas de IA aplicables a la educación; los intereses económicos en juego y el llamado a un uso responsable y la formación de una nueva ciudadanía digital.

En estos 45 años de vida de *Perfiles Educativos*, en momentos de transición y con una pandemia a cuestas, el IISUE busca celebrar poniendo muy en alto nuestro capital máspreciado: las y los jóvenes universitarios. Hagamos de la IA una herramienta útil que nos permita acercarnos a quienes han puesto su confianza y expectativas presentes y futuras en la universidad.

Gracias a quienes han hecho posible este aniversario: exdirectores y exdirectora de la revista; su actual director, Armando Alcántara Santuario; Gabriela Arévalo Guízar, editora y corazón de *Perfiles*, así como a las y los dictaminadores y a las y los autores. A cada uno y una de ustedes, mi sincera gratitud.

Gabriela de la Cruz Flores
Directora del IISUE-UNAM

Presentación

La inteligencia artificial y sus implicaciones en educación

ARMANDO ALCÁNTARA SANTUARIO*

Aunque los primeros desarrollos de la inteligencia artificial (IA) habían comenzado desde la segunda mitad del siglo XX, la discusión de sus implicaciones irrumpió hasta fines del año 2022. En 1956, John McCarthy utilizó por primera vez el término “inteligencia artificial” durante una conferencia efectuada en Darmouth (“Breve historia de la inteligencia artificial”, 2016). En un sentido amplio, la IA se refiere al conjunto de algoritmos (reglas o instrucciones) que deben seguirse para resolver un problema o realizar un cálculo (Rikap, 2023). En 2022, la empresa OpenAI lanzó el ChatGPT. Su difusión no tiene precedentes, pues en tan sólo cinco días esta aplicación ya tenía un millón de cuentas activas y para enero del 2023 el número había ascendido a 100 millones. El inusitado crecimiento de este desarrollo tecnológico está relacionado con la creciente popularidad de lo que se ha llamado *big data*, que implica el tratamiento de grandes volúmenes de datos provenientes de plataformas digitales o de numerosas computadoras de gran capacidad conectadas en red. El ChatGPT pertenece al grupo conocido como “IA generativa”.

La fascinación que en todo el mundo ha tenido el ChatGPT, así como las aplicaciones que de este tipo han seguido apareciendo, ha provocado también numerosos debates en torno a sus implicaciones en los más diversos campos de la actividad humana. En un principio se impidió la utilización de esta herramienta en las instituciones educativas de nivel superior, pues las autoridades temían que se favoreciera en los estudiantes el plagio de los trabajos escolares; sin embargo, poco después se empezaron a conocer sus ventajas para el fortalecimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje. Tras el uso cada vez más difundido de ésta y otras herramientas de la IA, se han comenzado a discutir sus implicaciones éticas, legales e incluso militares (la creación de armas de destrucción masiva, por ejemplo).

El filósofo Antonio Salgado Borge (2023) considera que la IA puede constituir un riesgo existencial para la humanidad. En el corto plazo, plantea, el riesgo más inminente es una avalancha de desinformación y falsificaciones que,

* Investigador del Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (México) y director de *Perfiles Educativos*. Coordinador de este número especial dedicado al tema La inteligencia artificial y sus implicaciones en educación.

de llegar al extremo, harían imposible distinguir lo verdadero de lo falso. Otro, incluso más importante desde el punto de vista laboral, económico y político, sería la pérdida masiva de empleos debido a la creciente automatización. En el largo plazo, la IA podría transformarse en una amenaza existencial para la humanidad, ya que, si se hiciera más inteligente que la gente, tener conciencia y autoconciencia, o incluso auto programarse, los seres humanos terminarían siendo un obstáculo o, al menos, irrelevantes. Esto haría realidad el mensaje detrás de la historia creada por Stanley Kubrik en 2001 *odisea del espacio*: “La humanidad no reside en el espíritu inmaterial, sino en la inteligencia”.

En un plano más filosófico, Yuval Noah Harari (2018) argumenta que el peligro es que si se invierte mucho en el desarrollo de la IA y demasiado poco en el desarrollo de la conciencia humana, la inteligencia artificial muy sofisticada de las computadoras sólo servirá para fortalecer la estupidez natural de los humanos (su tendencia a la destrucción). Considera poco probable que el mundo vaya a enfrentar una rebelión de los robots en el futuro inmediato, pero podría, en cambio, confrontarse con multitud de *bots* que sabrían cómo pulsar nuestros botones emocionales mejor que nadie. Podrían identificar también nuestros temores, odios y antojos más profundos y utilizar esa información en contra nuestra.

Un aspecto que llama la atención es que los principales desarrollos tecnológicos de la IA generativa se iniciaron —y están controlados— por un reducido número de grandes empresas digitales como Microsoft, Google, Amazon, Meta y Ali Baba, entre otras, las cuales cuentan con enormes recursos financieros, así como el conocimiento y el personal científico para crear y comercializar sus productos tecnológicos a nivel global. Más aún, Microsoft es dueña de casi la mitad de las acciones de OpenAI, la empresa que desarrolló el ChatGPT (Rikap, 2023). Es en este amplio contexto en el tiene lugar el uso y aplicación de la inteligencia artificial en el ámbito educativo.

En este número que celebra los 45 años de *Perfiles Educativos*, hemos invitado a un grupo de académicos de diversas universidades para que nos compartan sus experiencias y reflexiones acerca de las implicaciones que tiene el uso de la inteligencia artificial para la educación. En su texto “Nueva fase educativa digital con inteligencia artificial”, Claudio Rama analiza la irrupción de la IA como parte de un amplio ecosistema que propiciará un nuevo impulso a la disrupción digital. Al valorarla como máquina de investigar, aprender, prever y enseñar, la nueva herramienta propiciará una enorme transformación en muchos sectores, incluidos los sistemas educativos, particularmente en lo referente a procesos más automatizados, apoyados en *chatbots* y simuladores interactivos. Rama también formula los ejes de desarrollo de los cambios tecnológicos en las relaciones del mundo del trabajo, así como diversas consecuencias en los procesos de aprendizaje.

“La educación y el devenir digital” es el artículo de Ernesto Treviño Ronzón, en el cual ofrece una serie de reflexiones en torno a los usos actuales de la IA, así como sus posibilidades y retos para la educación. Asimismo, presenta varias consideraciones acerca de los desafíos de los modelos más recientes de IA, basados en el uso del lenguaje natural y en el procesamiento

de grandes volúmenes de datos. Concluye con una revisión de la acción pública organizada de cara a los retos urgentes que enfrenta México, en cuanto a la reducción de las desigualdades y la consolidación de la sostenibilidad.

El texto intitulado “Más preguntas que respuestas: la inteligencia artificial y la educación” escrito por Janneth Trejo-Quintana, explora algunas ideas sobre la irrupción de la IA en el ámbito educativo. Esta nueva tecnología, señala, ha provocado asombro, desconcierto, fascinación e incluso miedo, debido a su capacidad de imitar algunas actividades atribuidas solamente a los seres humanos. Considera necesario adoptar una postura prudente en los análisis de un fenómeno que todavía está en curso, lo cual plantea más interrogantes que respuestas.

El cuarto trabajo que se incluye en este número fue elaborado por Mauricio Andión Gamboa y Diana Irene Cárdenas Presa, el cual se intitula “Convivir con inteligencias artificiales en la educación superior: retos y estrategias”. Andión y Cárdenas exploran las implicaciones de la nueva herramienta tecnológica en la educación terciaria, con especial atención en los retos, las estrategias y los apoyos necesarios para su mejor aprovechamiento en la docencia y la investigación. Proponen la promoción de la alfabetización digital en el nivel educativo superior, en sus modalidades informática y multimedial, como una estrategia crucial para convivir con las inteligencias artificiales generativas (IAG), aprender a usarlas de manera adecuada y contribuir a la formación de ciudadanía.

Melchor Sánchez Mendiola y Erik Carbajal Degante, por su parte, aportan en su artículo “La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria: ¿salió el genio de la lámpara?”, una serie de elementos para la discusión académica sobre la IAG y su potencial educativo. Además, hacen un balance crítico de las ventajas y desventajas de este nuevo desarrollo tecnológico. Sánchez y Carbajal argumentan que estos avances tienen un gran potencial educativo, aun cuando también poseen limitaciones y posibles efectos negativos, los cuales tienen que analizarse con rigor académico por parte de docentes, estudiantes y las propias instituciones.

En el trabajo elaborado por Zaira Navarrete-Cazales y Héctor Manuel Manzanilla-Granados, “Una perspectiva sobre la inteligencia artificial en la educación”, se describe el significado de la enseñanza automatizada utilizando la IA mediante una serie de ejemplos con algunos agentes digitales de libre acceso. Navarrete y Manzanilla realizan también una revisión documental de los beneficios, desafíos y las políticas internacionales elaborados por organismos multilaterales. Concluyen señalando que la automatización de la educación por medio de la IA no es necesariamente la mejor opción, a pesar de que existe una tendencia global para su uso en la enseñanza y el aprendizaje.

Como se puede apreciar, las seis colaboraciones para este número abordan distintas facetas y dimensiones de un desarrollo tecnológico que está causando revuelo por sus posibles beneficios y perjuicios en la vida social y, especialmente, en la educación. Confiamos en que estas reflexiones contribuyan a la discusión y al análisis en los ámbitos académicos y de la sociedad en general.

REFERENCIAS

- “Breve historia de la inteligencia artificial” (2016, 4 de septiembre), *National Geographic*, en: www.nationalgeographic.com.es/ciencia/breve (consulta: 6 de noviembre de 2023).
- HARARI, Yuval N. (2018), *21 lecciones para el siglo XXI*, México, Penguin Random House.
- RIKAP, Cecilia (2023), “Inteligencia artificial: reemplazo, hibridación... ¿progreso?”, *Nueva Sociedad*, núm. 307, en: <https://nuso.org/articulo/307-inteligencia-artificial-reemplazo-hibridacion-progreso/> (consulta: 7 de noviembre de 2023).
- SALGADO, Antonio (2023, 3 de mayo), “La inteligencia artificial como riesgo existencial”, *Aristegui Noticias*, en: <https://aristeguinoticias.com/0305/opinion/la-inteligencia-artificial-como-riesgo-existencial/> (consulta: 7 de noviembre de 2023).

Nueva fase educativa digital con inteligencia artificial

CLAUDIO RAMA*

La irrupción de la inteligencia artificial (IA) se analiza como parte de un ecosistema amplio que permitirá un nuevo impulso en la disrupción digital. Analizada como máquina de investigar, aprender, prever y enseñar, la IA constituirá un impulso enorme hacia la transformación en todos los sectores, incluidos los sistemas educativos, especialmente respecto de procesos de enseñanza más automatizados, apoyados en *chatbots* y simuladores interactivos. En este artículo se formulan los ejes de desarrollo de los cambios tecnológicos, de las relaciones en el mundo del trabajo y de las tareas que promueven estos cambios, así como sus consecuencias en los procesos de aprendizaje, la distribución de los componentes que inciden en los procesos de enseñanza y las formas que pudieran estructurar una nueva dinámica más centrada en la automatización de las interacciones en la enseñanza y los posibles avances hacia la educación personalizada.

Palabras clave

Inteligencia artificial
Disrupción digital
Automatización educativa
Universidad
Educación virtual
Ciclos tecnológicos

DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61688>

* Director académico e investigador de la Universidad de la Empresa (UDE) (Uruguay). Doctor en Educación. Líneas de investigación: educación superior en América Latina; industrias culturales; política; economía del conocimiento. Publicaciones recientes: (2023), *La disrupción digital, la universidad 4.0 y la inteligencia artificial*, México, UDUAL; (2022), "Diversidad y nuevas tipologías universitarias en América Latina", en José Joaquín Brunner, Jamil Salmi y Julio Labraña (eds.), *Enfoques de sociología y economía política de la educación superior: aproximaciones al capitalismo académico en América Latina*, Santiago de Chile, Ediciones Diego Portales, pp. 217-251. CE: claudiorama@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4716-6572>

DE LAS INNOVACIONES ESTRUCTURALES E INCREMENTALES DE LA PRIMERA FASE A UNA NUEVA DISRUPCIÓN DIGITAL CON LA IA

Hay una amplia discusión en los ámbitos académicos acerca de que los cambios en el funcionamiento de las tecnologías, los mercados y la economía bajo lógicas digitales está implicando un nuevo modo de producción (Durand, 2021). Lo digital está creando un nuevo paradigma tecno-económico. El paradigma centrado en la innovación y la economía del conocimiento, favorecido por los derechos de propiedad intelectual y la digitalización de los procesos de producción, distribución, intercambio y consumo, constituirían el centro de este nuevo modelo que impulsa una economía global, la centralidad de las empresas de comunicación e información y la digitalización de todos los procesos de trabajo. La instalación de este nuevo paradigma ya fue planteada por Toffler (1998), al analizar el pasaje sucesivo de la era de la agricultura a la industrial, y ahora a la era de la información.

En esta nueva dinámica, lo digital permite un mayor avance hacia la sustitución del trabajo manual y mecánico tradicional por negocios centrados en el aporte de valor agregado de conocimiento en red, que impulsa procesos de “creación destructiva”. En el marco de la innovación permanente, lo digital mejora la eficiencia productiva y crea trayectorias empresariales de monopolio a escala global; con ello permite que las redes y sistemas automatizados gestionados por algoritmos sean altamente favorecidos. En este escenario, que se viene desarrollando desde los años ochenta, hemos ingresado en una nueva fase de la revolución tecnológica digital marcada por el avance de la inteligencia artificial como máquina-herramienta impulsora de una creciente automatización global adaptativa. Esta nueva fase representa la continuación y profundización de la primera fase de la disrupción digital, en tanto nuevo ciclo de la revolución tecnológica (Kronratieff, 1972).

La primera fase de la disrupción digital que se gestó con la microelectrónica y la programación informática apoyada en las computadoras personales (PC), así como la convergencia digital, evolucionaron hacia el desarrollo de Internet y las telecomunicaciones, donde la Internet, sumada a lo digital, permitió conformar grandes bases de datos (*big data*). Esto impulsó la fibra óptica, mejores procesadores y redes submarinas, que mejoraron la eficiencia con producciones más segmentadas y globales, y conformaron las bases de un capitalismo de plataformas. A ello se sumaron múltiples sensores que facilitaron la instauración de procesos de automatización. Todo ello sentó las bases de una nueva fase con un nuevo ciclo digital caracterizado por la inteligencia artificial (Kissinger *et al.*, 2021).

En tal sentido, la irrupción de la IA, como parte de un nuevo ecosistema de impacto digital, ha tenido como prerequisite la tecnología 5G, las redes de cables submarinos de fibra óptica y el desarrollo del *big data*, todo lo cual está impulsando un nuevo tipo de universidad (Rama, 2023). Las tecnologías de comunicación —y especialmente de la telefonía móvil— siempre han sido un componente fundamental en la transformación y desarrollo de

la educación. La instalación de la 5G constituye otro estadio de expansión, especialmente respecto del avance de la educación virtual con simuladores e IA. Cada una de las diversas y sucesivas generaciones de las tecnologías de telefonía móvil constituyeron un impulso y un avance en las prestaciones y servicios educativos hacia el funcionamiento bajo lógicas digitales y, especialmente, en la educación móvil o ubicua, en el apoyo de plataformas digitales de educación virtual, en la enseñanza sincrónica y en los simuladores digitales. Por ello, las enormes inversiones en las redes de fibra óptica deben ser vistas como bases, no sólo para el desarrollo de la sociedad digital —y con ello también de la educación digital—, sino también para el ingreso en la fase de la IA. La actual introducción de las tecnologías de comunicación inalámbricas 5G constituye un avance que permitirá un mayor ancho de banda y, por ende, mayores velocidades de descarga y menores latencias, en tanto ésta se apoya en el uso de ondas de radio de altas frecuencias; pero, fundamentalmente, permitirá la masificación de la comunicación de IA y del internet de las cosas al haber una distribución mucho más amplia de transmisores. Todo lo anterior obligará a realizar fuertes inversiones en todos los países e implicará un cambio fundamental en educación al permitir, tanto más conexiones de banda ancha, como el uso de simuladores avanzados, de servicios de inteligencia artificial o de accesos a programas multimedia de alta calidad y del internet de las cosas.

El otro prerrequisito de la IA lo constituyen las bases de datos, a partir de las cuales se gestaron los programas de IA. El uso eficiente de los datos es la base del “dataísmo”, que está llevando a la irrupción de herramientas informáticas de IA para su gestión (Byug-Chun Han, 2022). La minería de datos es una actividad creciente de valorización que actualmente impulsa un nuevo paradigma de trabajo apoyado en la IA. El centro de la nueva realidad son los beneficios del uso de los datos. El rol de la información siempre ha sido reducir la incertidumbre. Saber más, con más detalle y precisión, se ha constituido en el centro de la acumulación de capital a través del incremento de la productividad. Stiglitz y Greenwald (2016) introdujeron un cambio radical en la economía clásica que presuponía el libre acceso a la información y su gratuidad en la asignación de los factores y la competencia económica; en este sentido, planteaban tanto una relación directa entre información y productividad, como entre niveles de información y niveles de ganancias extraordinarias.

Ello otorgó a la información un valor especial asociado a los beneficios a su acceso y control. Introdujo el enfoque por el cual la información adquirió precio y valor, no tanto por su costo de producción, sino por el beneficio que genera. Y también la idea de que su valor está asociado a su alta depreciación y obsolescencia en el tiempo, dado que la duración de la información tiende a ser efímera. El conocimiento y el acceso a los datos impulsa mayor eficiencia y, sin duda, un menor nivel de inversión física o en recursos humanos. Su eje es contribuir a aumentar la productividad y la eficiencia. Gracias a los datos se minimizan los riesgos en la toma de decisiones y se pueden formular escenarios prospectivos y de tendencias que reducen las incertidumbres. Los datos

también permiten conocer a los competidores e identificar oportunidades y nichos de mercado, así como administrar mejor los portafolios de productos y servicios en cada momento. Actualmente, los datos son la base de las mejores estrategias empresariales y de cualquier organización o actor social.

En nuestras actuales realidades más complejas, globales y competitivas, así como de alta incertidumbre, el acceso, uso y monopolio de los datos y la información se constituyen en la palanca central de los negocios y de todas las actividades, así como de la política, para identificar las cambiantes opiniones, miedos y deseos de los consumidores, clientes o afiliados. La sociedad de masas es también la sociedad de la necesidad de conocer y administrar la diversidad de intereses y realidades.

Los datos, en suma, son la palanca del éxito; gracias a la proliferación de datos, los profesionales pueden realizar diagnósticos mejores y más precisos e identificar las tendencias más viables, así como su probabilidad. Todo ello otorga un valor cada vez mayor a la información, más aún si está estructurada en bases de datos, si está depurada, si es monopólica o si es de acceso limitado.

El negocio de los datos es la materia prima del capitalismo de las redes, de la disrupción digital o de las plataformas; es la herramienta competitiva, la palanca de la eficiencia y lo que permite sostener posiciones monopólicas de diversos actores basadas en el resguardo y la secrecía respecto de la información (Srnick, 2021). En este escenario de beneficios, los datos son el impulsor más importante de la etapa de expansión de la inteligencia artificial en la cual hemos ingresado, en tanto mecanismo informático para procesar y gestionar la multiplicidad de datos, mismos que, incluso, se recopilan en forma automática y sin que las personas sepan que se hace.

Los datos son, actualmente, la palanca estratégica de las organizaciones y la base de su propia existencia y supervivencia. Sin ellos las personas y sus empresas serían esclavos de sus competidores, estarían sujetos a la alta volatilidad de los mercados, se refugiarían en sus tradiciones y, sin duda, serían presa de dudas e incertidumbre acerca del valor de sus acciones. La inteligencia artificial será la principal herramienta de procesamiento, análisis y respuesta de todas las organizaciones a las demandas de información pertinente. En el actual capitalismo de los datos, las organizaciones que no cuenten con ellos —y con sistemas eficientes para manejarlos, tales como la IA— estarán en una fuerte desventaja en sus diversos mercados. Sin embargo, no es éste un problema focalizado de personas u organizaciones, sino que estamos frente a un riesgo sistémico y, por ende, afecta a todos los sectores, incluyendo también al ámbito educativo.

Como se ha dicho, la existencia de datos y de bases de datos es prerequisite y, a la vez, soporte fundamental para la existencia y funcionamiento de la IA. La IA no existe sin datos y estructuras de datos; podríamos decir que la IA es un resultado de la expansión del conocimiento y la información en el mundo, ya que se ha creado tal magnitud de datos que sólo la IA los puede gestionar. Los datos son también la materia prima de estas máquinas-herramientas que aprenden y que los utilizan para mejorar su eficiencia y lograr mayor precisión

es sus previsiones; son, incluso, la base de la creación de nuevos conocimientos, como claramente señala el método científico de Descartes. Y finalmente, las bases de datos también son recursos para que la IA pueda entrenar la eficiencia de sus algoritmos y mejorar sus capacidades de análisis. Así, la IA se apoya en el dataísmo, que no existiría sin esas bases de datos sobre las cuales realiza las minerías de datos que constituyen el centro de su función. En tal sentido, la IA es la herramienta que transforma los datos en información al agregarles valor (ordenamiento y procesamiento). El dataísmo, como práctica y funcionamiento de un sistema de valorización, preservación y organización de los datos, constituye un prerrequisito para permitir la creación de valor a partir de la minería de datos por los sistemas de IA.

La IA impone una forma de organización del trabajo y de organización de los negocios a partir del uso de datos; formula predicciones de movimientos futuros de las demandas y organiza y mejora la articulación de las cadenas logísticas y de producción gracias a su análisis profundo de los datos y a los mecanismos de autoaprendizaje informático. Estos mecanismos cambian las lógicas de la economía y la sociedad para centrarse en el conocimiento, lo cual impacta directamente en los sistemas de educación superior. La IA es el iceberg de esos cambios, y por ello se plantea el carácter fuertemente disruptivo de la inteligencia artificial (Daugherty y Wilson, 2018). La IA es la palanca de una nueva fase de la enorme transformación digital en curso; impulsa una nueva articulación entre máquinas y humanos en relación con los conocimientos y los trabajos.

Las diversas revoluciones tecnológicas se caracterizan por sucesivas, complejas y cambiantes interacciones entre máquinas y humanos; la disrupción digital de la IA impone una nueva articulación entre esos dos términos, en el marco de curvas de reordenamiento y de sustitución de tareas. Cada revolución tecnológica articula una cooperación distinta entre el conocimiento y el trabajo, con simbiosis históricamente diferenciadas (Daugherty y Wilson, 2018). Tales dinámicas muestran el rol de las tecnologías de punta en cada ciclo tecnológico en el aumento de los requerimientos de capacidades humanas. Daugherty y Wilson (2018) plantean una distribución de tareas entre humanos y máquinas en cada ciclo tecnológico o en cada innovación. Es un proceso continuo de adaptación y recomposición que se da en todas las áreas y, sin duda, en las propiamente educativas. Asigna unas tareas a los humanos, otras a las máquinas y eventualmente genera un territorio común, compartido y en disputa, tal vez determinado por costos, escalas, normas o políticas.

Cuadro 1. Articulaciones entre hombres y máquinas

Dirigir	Empa- tizar	Crear	Juzgar	Entre- nar	Expli- car	Susten- tar	Am- pliar	Inter- actuar	Em- prender	Gestio- nar	Iterar	Prede- cir	Adaptar
Actividad humana exclusivamente				Humanos complemen- tando a las máquinas			Las máquinas empo- derando a los humanos			Actividades sólo de las máquinas			
Actividades híbridas, humanas y de máquinas													

Fuente: tomado de Daugherty y Wilson (2018).

Estos autores conciben la existencia de una relación histórica simbiótica entre las tecnologías y las personas, con áreas de tareas que se apoyan exclusivamente en actividades humanas y áreas de tareas que sólo realizan las máquinas y las zonas intermedias e híbridas, en las cuales conviven y se articulan en distinta proporción actividades humanas y de las máquinas. Esta articulación ha ido cambiando, asociada a los cambios tecnológicos y del conocimiento e impulsada por la búsqueda de mayores niveles de eficiencia, productividad y calidad, en entornos competitivos y mercantiles —y, por ende, de búsqueda de beneficios— ya que actualmente muchas actividades se pueden realizar con una menor proporción de trabajo y una mayor proporción de conocimiento. Esta mirada de que el trabajo y la máquina se complementan, se apoya en la existencia de una curva de interacciones y distribución que no se refiere meramente a la sustitución de factores entre trabajo, capital y recursos, que constituyó el marco tradicional derivado de la economía clásica. Es una concepción centrada en la existencia de un proceso continuo de diferenciación y reestructuración de tareas producto de la propia evolución de los conocimientos y las tecnologías que, a su vez, impone cambios permanentes tanto en los niveles de formación de las personas, como en la pertinencia de los sistemas educativos. Así las cosas, son dinámicas continuas adaptativas, marcadas por los distintos ciclos tecnológicos y sus características técnicas, que plantean desafíos a los sistemas educativos, los cuales deberán responder a estas alteraciones de tecnologías más complejas y a la preparación de las personas para el nuevo mundo del trabajo en cada contexto.

Con la segunda disrupción digital marcada por el ingreso de la IA estamos frente a cambios en el mundo del trabajo y, por ende, en el mundo educativo (Rama, 2023), tanto por ser un área de desempeño laboral como por formar personas para ejercer en el mundo del trabajo. En este sentido, en la educación habrán de redefinirse los tipos de trabajo docente humano y cómo será la articulación con la IA. Se asume que muchas cosas serán automatizadas y que aquéllas que no puedan serlo aumentarán su valor y sus costos por requerir de un mayor componente laboral. La velocidad del cambio en el mundo del trabajo es incremental; su dinámica torna cada vez más incierto el panorama futuro y conforma escenarios altamente confusos con relación a los trabajos que se crearán, y acerca de los trabajos para los cuales estudian las personas actualmente y que dejarán de existir. El impacto de los cambios que se vienen requerirá de transformaciones permanentes en los currículos y la aparición de un nuevo paradigma educativo centrado en enseñar para una sociedad donde el trabajo será más colaborativo con las máquinas, en entornos en red, con *big data* y componentes globalizados, así como con alta variabilidad de los entornos laborales.

La velocidad del cambio impulsa la necesidad de una dinámica innovadora y flexible de las instituciones y de sus procesos de enseñanza (Stiglitz y Greenwald, 2016). La innovación continua, la conformación de ámbitos focalizados en la innovación, la atención a los cambios en el mundo del trabajo, así como en las oportunidades y necesidades de los estudiantes requerirá impulsar potentes sistemas de análisis de los procesos educativos y laborales

utilizando IA y *big data*, todo lo cual marcará las trayectorias futuras de las instituciones universitarias.

El trabajo humano estará más articulado a las actividades de las máquinas y algoritmos a través de la IA (Rouhiainen, 2018). Se enseñará para un mundo apoyado en la máquina, herramienta de la IA en red, donde habrá diversos entornos de trabajo: uno totalmente de trabajo humano, uno de máquinas y uno intermedio, con diversidad de tareas interrelacionadas entre personas y máquinas.

Ello derivará en una demanda de actualización de estudios y especialización asociada al aumento del conocimiento y la innovación, mientras que otros se volverán obsoletos y se depreciarán. Los rasgos que sólo pueden tener los humanos, como la imaginación, la creatividad, la intuición, la emoción y la ética, serán más importantes, ya que las máquinas son buenas para simular, pero no para realizar esas tareas en el mundo del trabajo. Los perfiles de egreso de la educación superior más humanos, más creativos y flexibles serán privilegiados. La ética y la capacidad de trabajo en equipo, entre otras competencias, se constituirán en ejes significativos ante la automatización del trabajo. Las empresas, además, buscarán y valorarán perfiles laborales enriquecidos por la educación permanente y dotados de carteras de competencias diferenciadas que permitan no sólo una especialización, sino varias; y, sobre todo, de la capacidad de integrar nuevas experiencias y activos académicos a lo largo de la vida y de múltiples empleos.

LA NUEVA AGENDA DE LA IA EN EDUCACIÓN

El campo de la inteligencia artificial nació en 1956, cuando un pequeño grupo de científicos y especialistas en computación se cuestionaron la posibilidad de que las máquinas pudieran imitar inteligentemente a los humanos. A partir del conocido método científico de Descartes —desde hace varios siglos— como base para la creación del conocimiento, la respuesta a aquella pregunta fue que esa posibilidad, como acto de una IA, requería basarse en los procesos de dicho método. Para concebir la creación de conocimiento bajo sistemas artificiales informáticos, dichos científicos proyectaron un modelo de programación centrado en realizar observaciones a través de analizar datos, formular preguntas, identificar hipótesis, diseñar y ejecutar experimentos para probar las predicciones, analizar y validar las respuestas buscando parámetros comunes, para después probar o negar dichas hipótesis y, a partir de allí, formular teorías mediante el suministro de respuestas acertadas a los problemas o preguntas. Este trabajo pionero fue la base de la inteligencia artificial, pensada como etapas de una programación. Así, la programación formuló tareas modeladas matemáticamente que después pudieron ser replicadas por las máquinas. La posterior disrupción digital, la informática, los sensores, Internet, las redes y, especialmente, las bases de datos dieron viabilidad y sustento práctico a estos paradigmas de IA, junto a parámetros de ajuste y corrección.

Así, los procesos de observación científica realizados por los sistemas informáticos sobre grandes bases de datos plantearon la posibilidad de crear

hipótesis con basamento estadístico y científico y, con ello, una IA. Como derivación de este enfoque, la inteligencia artificial analiza situaciones sobre grandes cantidades de datos y parámetros que las personas no estamos en capacidad de hacer, incluso por no ajustarse a nuestros paradigmas o estándares tradicionalmente aceptados. Ello permite que las máquinas actúen casi sin sesgos, pero, a la vez, como si tuvieran intuiciones humanas. Para los seres humanos esto se traduce en formular una hipótesis a partir de un hecho aislado e incluso descontextualizado, pero que, con base en algún dato pasado, casi o del todo olvidado, nos lleve a formular una pregunta.

Mientras que los sistemas de procesamiento anteriores se basaban en mecanismos de automatización para la selección y manejo de la información a través de *software* que sigue “reglas” preprogramadas, la inteligencia artificial constituye un nivel superior de clasificación, ordenamiento, depuración y selección de los contenidos pertinentes; además, no sólo está diseñada para organizar el pensamiento humano sobre la base de millones de parámetros, sino que su sistema no es cerrado, ya que se basa en el reaprendizaje con base en las interacciones. Es una máquina de aprender que mejora con el intercambio e interacción, al tiempo que requiere cada vez mayor capacidad de cómputo, así como redes y procesadores más potentes, mayor consumo energético, *big data* (bases de datos) y nuevas arquitecturas de programación, no exentas, incluso ellas mismas, de la utilización de inteligencia artificial para acelerar la eficiencia de los procesos de mejoramiento de la propia IA. Constituye una nueva tecnología de información y comunicación, sujeta a derechos intelectuales de sus creadores, de acceso en red, resultado de una amplia inversión en equipamientos y en trabajo intelectual, que cambia la forma en la cual accedemos a la información y el conocimiento, al constituirse en máquinas de investigar que siguen los procedimientos de la investigación.

Al ser el conocimiento y la información la base de la creación de valor en el actual contexto socioeconómico de la innovación, el impacto de la IA se verá en todos los sectores: como factor que contribuye a una recomposición competitiva de los grandes productores y gestores de información de la sociedad digital; y como expresión de una segunda fase del ciclo digital previamente marcado por la irrupción de computadoras, la programación, la Internet, las redes digitales y el *big data*, que tendrá enormes impactos en la organización de los negocios y la productividad. Además, representará un cambio sustancial del trabajo humano, porque estas nuevas “máquinas de pensar” también son máquinas de predecir (Agrawal *et al.*, 2019). La IA constituye la herramienta más eficiente de impulso a la disrupción digital en curso y funciona como un nuevo insumo tecnológico que permite mayor eficiencia y ahorro de costos en los procesos de trabajo y de gestión de las empresas. Al mismo tiempo, no sólo creará nuevas tareas para quienes manejan estas “máquinas-herramientas”, sino que cambiará las competencias de los profesionales ya que, al reorganizar la articulación en el trabajo entre humanos y máquinas, modificará radicalmente las tareas que realiza, actualmente, una enorme cantidad de profesionales.

Sin lugar a duda la robótica, la informática y la automatización de muchos procesos mecánicos, de cálculo y de almacenamiento de datos, así como de procesamiento han creado herramientas de cómputo eficientes y capaces de auxiliar en forma directa a los trabajos. Ésta ha sido la palanca de la transformación de las sociedades y de los incrementos de la productividad más importantes desde los años noventa. La inteligencia artificial profundiza la disrupción y constituye un cambio sustancial en tanto que significa una superación de los procesos de organización del trabajo y de la automatización previa. Mientras que anteriormente la automatización mecánica que impulsaba la programación digital impactaba fundamentalmente en las actividades mecánicas y de baja densidad cognitiva, con la IA, el impulso automatizador aparecerá en casi todas las actividades, y también en las que tienen mayores componentes creativos. Tendrá impacto tanto en los conocimientos simples relacionados con diversas tareas, como también en las actividades que se apoyan en el procesamiento y análisis de la información, las cuales mejoran sustancialmente al apoyarse en IA. Hablamos de sectores que tradicionalmente se pensaba que no serían sustituidos o impactados por el avance de los procesos digitales, por lo que las resistencias son muy intensas.

En este sentido, estamos frente a un impacto novedoso que no incide en la sustitución de trabajadores con tareas repetitivas y seriadas; la inteligencia artificial impactará también en los trabajos profesionales que realizan tareas de análisis y respuesta a partir de información de diagnóstico, experiencia documentada y marcos conceptuales organizadores. Al cambiar paulatinamente las relaciones de producción, lo digital y la IA cambiarán también las relaciones sociales, especialmente, entre ellas, las educativas, tanto en las formas de enseñanza como en los perfiles de egreso y las competencias esperadas para recursos humanos, además de que se dará un reciclaje de competencias.

Este nuevo momento reafirma el avance hacia lo que se ha llamado la gestión científica, la educación adaptativa y los procesos de enseñanza automatizada. Pero también plantea, a los sistemas educativos, el desafío de una mayor formación en las ramas especializadas de la inteligencia artificial, y a todo el sistema educativo de desarrollar nuevas competencias informáticas.

LA ECONOMÍA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial (AI) es la máquina-herramienta que ya está impulsando un nuevo ciclo económico y de disrupción digital, por constituir una innovación del tipo de “creación destructiva” shumpetereana. No es sólo una nueva forma de programación informática o de *software* y algoritmos, sino que es parte integral de un amplio ecosistema marcado por sus interacciones con bases de datos y sensores, con una enorme capacidad de comunicación a través de rápidas redes inalámbricas 5G y de fibra óptica submarina junto a procesadores potentes articulados por la mecatrónica al internet de las cosas (Rama, 2023). Todo este sistema integral es lo que permite que la IA se constituya en el iceberg de un mecanismo más eficiente de incorporación

de conocimientos y datos en los procesos de trabajo en red para mejorar los niveles de eficiencia en todas las actividades. Pero, además, en tanto impulsa el incremento de la densidad tecnológica de los procesos de trabajo, promoverá una nueva articulación ser humano-máquina y con ello las dinámicas de sustitución y cambio de la mano de obra, así como una exigencia diferente de formación y desarrollo de competencias laborales en el mundo del trabajo. Tendrá un impacto de la misma magnitud de otras innovaciones rupturistas, como la electricidad, la cadena de montaje o la computadora.

Gracias a estas configuraciones, la IA impactará en todas las dimensiones, pero su mayor incidencia será en el sector económico, al reducir los costos y mejorar los niveles de la producción. Con ello se conformará una palanca que reconfigurará casi todos los sectores y áreas de la sociedad, y será un motor de impulso a un salto en la productividad. El eje central de la disrupción de la IA refiere a la incorporación de conocimiento actualizado y de forma permanente, para así aportar mayor certidumbre a los procesos de trabajo, al tiempo que contribuya a reducir las jornadas laborales y resolver las ineficiencias de mano de obra o las pérdidas en la utilización de los insumos. Al agregar información y reducir las incertidumbres y los riesgos, también disminuyen los costos relativos y aumenta la productividad.

Este tipo de impacto estructural no es una novedad. Todas las grandes disrupciones en la historia han incidido sobre las estructuras de costos e insumos y han propiciado nuevas etapas de crecimiento. El pasaje de la manufactura a la gran industria con la cadena de montaje permitió la mecanización y la sustitución de obreros-artesanos, y con ello se redujeron los costos laborales; el computador personal y el *software* de la revolución digital, al aportar mayor capacidad de procesamiento, redujeron el costo de hacer cálculos; y los buscadores de Google bajaron los costos de búsqueda de información.

Como máquina predictiva y de investigación, la IA, al agregar nueva información y nuevas perspectivas, reduce la incertidumbre de las actividades económicas y, con ello, la producción y la demanda tendrán menor incertidumbre, mayor eficiencia y costos más bajos. Al haber mayor precisión en la identificación de las cantidades demandadas la producción podrá hacerse casi a pedido.

El riesgo, como la incertidumbre, imponen un costo elevado que sólo la información permite minimizar; en ese sentido, la IA es capaz de reducir los riesgos a través de diagnósticos, respuestas o previsiones, y aumentar las oportunidades de inversiones y maximizar las utilidades. Ello no será puntual, sino permanente y automático, en tanto que la información se produce en dinámicas de interacción continuas con personas, sensores o bases de datos. Al producir información más fiable habrá menos riesgos en todos los negocios y podrán tomarse decisiones más precisas. En un mundo global incierto por la proliferación de actores y cambios, la IA contribuirá a minimizar dichos riesgos, gracias a su capacidad de anticipar los problemas. Esta herramienta supera ampliamente a las técnicas de regresión, los análisis basados en escenarios prospectivos o los modelos econométricos que dan respuestas limitadas. Prever con mayor probabilidad de acierto y menos margen

de error, y con bajos costos relativos al ser sistemas automatizados, facilitará prever los niveles de consumo, posibles problemas de logística, las acciones de las/los consumidores y las infinitas decisiones que toman las personas en la vida social y laboral, de manera que el funcionamiento de los mercados podrá ser más eficiente. La IA constituye una tecnología que logra el abaratamiento relativo del costo de la información y un aumento de su calidad, precisión, pertinencia y fiabilidad, con lo cual disminuye el riesgo de error en todas las actividades. Algo simple, pero que moverá la economía global.

En este escenario, como vimos, la IA es una máquina de investigar, una máquina de predecir y una máquina de aprender, pero también será una máquina de enseñar.

LA EDUCACIÓN PROGRAMADA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La IA contribuirá a instrumentalizar la enseñanza programada, planteada por el psicólogo Skinner (1970) a fines de los años cincuenta. Se trata de un método de aprendizaje estructurado y reglado por condiciones controladas, basado en el suministro de unidades muy diferenciadas de conocimientos a través de recursos de aprendizaje, evaluaciones precisas y una retroalimentación continua. Skinner planteó un modelo de enseñanza centrado en la evaluación de los aprendizajes que generara evidencias científicas capaces de facilitar una retroalimentación educativa como parte del ciclo de la enseñanza. Además, propuso la creación de “máquinas de aprendizaje” que pudieran guiar a los estudiantes con reducida intervención humana directa y con ello inició un camino de creación de múltiples equipos mecánicos, los cuales, sin embargo, fracasaron, ya que no lograron ajustarse y responder a los infinitos componentes cognitivos y a los procesos muy individualizados y diferenciados que supone el aprendizaje.

Con la aparición de lo digital y el desarrollo de la informática —que es más flexible que la mecánica al separar el *hardware* del *software*— se reconsideró el enfoque del autoaprendizaje guiado, ahora mediante aplicaciones informáticas. El eje se colocó en la evaluación de los aprendizajes separadamente, individualizados, asociados a determinados recursos y competencias y, posteriormente, se suministraron unidades de refuerzo para volver a realizar las evaluaciones sobre la base del cumplimiento de mínimos obligatorios para dar continuidad a las trayectorias educativas para las distintas unidades curriculares.

Todos estos enfoques se basan en diagnosticar los conocimientos previos, fragmentar las unidades de aprendizaje, evaluar su aprendizaje en forma delimitada y complementarlo mediante recursos específicos. Será con la “máquina herramienta” de la IA que se podrá alcanzar la posibilidad de la “máquina de aprendizaje”. Actualmente la programación tradicional está limitada en su desarrollo educativo, al estar estructurada con base en la existencia de respuestas preestablecidas; en contraste, la inteligencia artificial aprende de ella misma en la interacción, gracias a que está diseñada para aprender al buscar nueva información y escudriñar patrones (como los humanos), aprender de la

experiencia (como los humanos) y auto seleccionar las respuestas apropiadas basadas en nuevos resultados (como los humanos). En tanto es una máquina de aprender, es factible que sea una máquina de enseñar. Es su flexibilidad y su capacidad de interactuar y, con ello, de aprender sin estar programada explícitamente para ello, así como de cambiar sus propios parámetros, lo que le aporta su capacidad para facilitar un autoaprendizaje mediado.

La inteligencia artificial como máquina impone una nueva articulación con las personas, y en lo educativo, entre los conocimientos, las técnicas y los docentes en la tarea de enseñar. Facilita y cambia los autoaprendizajes y, por ende, mejora la eficiencia de la enseñanza. Los docentes, de ser los únicos protagonistas con la enseñanza 1.0, o dominantes en la enseñanza 2.0 apoyada por el libro, o en la enseñanza 3.0, apoyada en componentes analógicos y por industrias que, a su vez, se basan en las ondas hertzianas o videos, pasan, en la enseñanza 4.0, a actuar articulados a la “máquina de enseñar” de la IA. Ahora serán tutores, mentores o *coaches* de los estudiantes en entornos digitales y contarán con recursos de aprendizaje apoyados en inteligencia artificial. Al contar con multimedia, plataformas digitales y programación informática educativa a través de componentes interactivos y *bots* (aféresis de robot), los docentes deberán cambiar sus funciones y tareas hacia unas más creativas, de planificación de los aprendizajes, de asistencia individualizada tutorial; como especialistas en evaluación o curadores e integradores de los recursos de aprendizaje. Este cambio también implicará, seguramente, que se altere la proporción de docentes, en tanto “insumos” de los procesos de enseñanza, dado el mayor peso de los componentes tecnológicos en los resultados de los aprendizajes.

De los primeros *bots* como programas informáticos que realizan automáticamente tareas mecánicas de respuesta a través de Internet, o de redes cerradas a través de buscadores, o rastreadores web y motores de búsqueda —mismos que recorren los diversos sitios recopilando información de manera mucho más rápida y efectiva de lo que lo harían las personas— con la IA hay un cambio sustancial al pasar a sistemas que, además de hacer lo anterior, interpretan, organizan y producen información y aprenden constantemente. Si consideramos los *bots* iniciales como Siri de Apple o Alexa de Amazon, la IA es capaz de mejorar los algoritmos de respuesta y análisis, lo que los hace mejores interlocutores que estarán disponibles siempre que se les requiera (*on-demand*) para seleccionar y entregar contenidos de información y aprendizaje adaptados a las personas. Cada estudiante tenderá a tener su propio “robot” que lo acompañará en su carrera, incluso corrigiéndole, las 24 horas del día, todos los días; que no se cansará de marcar los errores o precisar la información sin que el estudiante tenga que acudir a los libros en red para consultarla. Además, ese “robot de enseñanza” propio mejorará cada vez más a través del intercambio con su usuario.

Estos mecanismos informáticos de *machine learning* o inteligencia artificial serán las herramientas de la enseñanza del futuro que aportarán mayores capacidades de selección, depuración, jerarquización y organización de la información, especialmente tanto en la redacción o corrección de textos,

como en la evaluación de los aprendizajes. Estas iniciativas y desarrollos, aún en fases preliminares, serán a futuro más operativos, eficientes y precisos en el suministro de respuestas a estudiantes, docentes y profesionales; y contarán con diversos niveles de complejidad sobre la base de las necesidades de los usuarios, a medida que interactúan con ellos y con bases de datos, como resultado de sus sistemas propios de *machine learning* o autoaprendizaje.

Con la IA, los docentes podrán recibir informaciones y datos de mayor profundidad, especialización y detalle de los aprendizajes estudiantiles, que les permitirán consolidarse como efectivos tutores, capaces de orientar, motivar e inspirar, en función de los intereses y las aspiraciones individuales o colectivas de sus estudiantes. Del mismo modo, el análisis de los datos permitirá construir escenarios prospectivos de resultados de aprendizaje para las personas y, por ende, políticas para prevenir la deserción.

En tal sentido, la IA no sustituirá a los docentes, sino que conformarán una dupla integrada de trabajo que será más eficaz para contribuir al aprendizaje de los estudiantes. Si en otros tiempos la articulación de tareas fue resultado de una división social y técnica entre docentes y estudiantes, con el aula y sus componentes, con los libros de texto o guías didácticas, bibliotecas y laboratorios, con recursos planos de aprendizaje o con las plataformas o los simuladores; hoy la división del trabajo debe integrar a la inteligencia artificial mediante *bots*, plataformas interactivas adaptativas y otros recursos para el aprendizaje.

CONCLUSIONES

La construcción de una educación personalizada que responda y se ajuste a las características de los estudiantes, tanto en sus formas de aprendizaje como en sus ritmos y necesidades, constituye uno de los objetivos pedagógicos centrales de las políticas educativas y es una de las derivaciones de la incorporación de la IA a la educación. En parte, los problemas de calidad de la educación son derivados de la desigualdad estructural entre una enseñanza masiva y un aprendizaje individual, lo cual crea más distancia y desfase entre la enseñanza y el aprendizaje. Las políticas, tecnologías y pedagogías constituyen mecanismos para reducir esos desequilibrios entre el enseñar y el aprender, los cuales se han ampliado con la expansión y renovación del conocimiento, así como con las diferenciaciones y segmentaciones del mercado de trabajo. La respuesta educativa para reducir los desequilibrios se ha centrado en la actualización de los programas y su acreditación, una mayor formación docente, flexibilización curricular o un enfoque por competencias, pero todo ello no ha logrado resolver la tensión entre sistemas de enseñanza masivos y poco diferenciados, y aprendizajes totalmente individuales. Esta educación masiva y sin personalización es parte importante del problema que ya se está resolviendo con sistemas automatizados de atención, cuya eficiencia será superior mediante una atención más particularizada con IA.

La personalización y diferenciación de la enseñanza es el mecanismo idóneo para responder a este problema estructural y profundo de los sistemas de

enseñanza de masas. Sin embargo, esto sólo será posible con la programación informática adaptativa de la inteligencia artificial, ya que ésta se conforma como la herramienta idónea para articular la enseñanza con los ritmos, formas y dinámicas de los aprendizajes individuales mediante sistemas personalizados de enseñanza que se apoyan en el conocimiento de los estudiantes, de sus contextos, sus aprendizajes reales y que, a la vez, generan una retroalimentación con un seguimiento y análisis de sus trayectorias escolares.

La inteligencia artificial permite, a nivel colectivo e individual, identificar distintos niveles de riesgo de deserción estudiantil en función de sus resultados, origen social, geográfico, cultural y de sus dinámicas de vida; con estos insumos será posible alcanzar una atención educativa preventiva y personalizada que incluya acciones pedagógicas de compensación a través de docencia tutorial, recursos de aprendizaje personalizados o simuladores de prácticas individuales en red. En tal sentido, la IA será una herramienta fundamental de apoyo a los docentes, ya que podrá identificar debilidades durante el proceso mismo de aprendizaje, de forma preventiva, gracias al manejo de mucha información y dedicación personalizada que ni los docentes ni las instituciones están en posibilidades de realizar. La IA puede estar 24 horas al día atendiendo respuestas a preguntas y consultas o corrigiendo acciones, cosa que los docentes no pueden hacer. La dificultad de dar respuestas personalizadas en grandes grupos propicia el retraso, la deserción y el abandono escolar de los sectores con menos capital cultural. El aula dificulta la atención diferenciada por parte del docente, cada vez más cargado de horas de docencia.

Con la disrupción de la educación digital, la creación de aulas virtuales y dinámicas más personalizadas y flexibles, se abre una oportunidad enorme para una enseñanza a la vez masiva e individualizada, que es la base del desarrollo en la construcción de la enseñanza 4.0. La masificación de la diversidad y la necesidad de políticas de inclusión, junto con el reconocimiento de las diferencias, incentiva la necesidad de una educación personalizada, diferenciada y flexible. La inteligencia artificial permitirá encarar un mayor avance en este camino de flexibilidades, gracias a bases de datos e interacciones individuales con los estudiantes. La educación apoyada en sistemas informáticos con IA permitirá mantener y expandir una educación de masas y, al mismo tiempo, desarrollar una educación personalizada con una atención automática e individual, tanto en lo administrativo como en lo académico, con todas las complejidades que esto implica, al tiempo que también se atienden los aspectos éticos (UNESCO, 2021).

REFERENCIAS

- AGRAWALL, Ajay, Joshua Gans y Avi Golfard (2019), *Máquinas predictivas*, Barcelona, Reverté.
- BYUG-Chun, Han (2022), *Infocracia. La digitalización y la crisis de la democracia*, Barcelona, Taurus.
- DAUGHERTY, Paul y James Wilson (2018), *Human + Machine. Reimagining work in the Age of IA*, Boston, Harvard Business Review Press.
- DURAND, Cedric (2021), *Tecnofeudalismo, crítica de la economía digital*, Adrogué (Argentina), La Cebra.
- KISSINGER, Henry, Eric Schidt y Daniel Huttenlocher (2021), *The Age of AI: And our human future*, USA, John Murray Press.
- KRONDRATIEFF, Nicolai (1972), *Los ciclos económicos largos*, Madrid, Akal.
- RAMA, Claudio (2023), *La disrupción digital, la universidad 4.0 y la inteligencia artificial*, México, UDUAL.
- ROUHIAINEN, Lasse (2018), *Inteligencia artificial. 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*, Barcelona, Alienta.
- SKINNER, Burrhus Frederic (1970), *Tecnología de la enseñanza*, Barcelona, Labor.
- SRNICK, Nick (2021), *Capitalismo de plataformas*, Buenos Aires, Caja Negra.
- STIGLITZ, Joseph y Bruce Greenwald (2016), *La creación de una sociedad del aprendizaje*, Madrid, La Esfera de los Libros.
- TOFFLER, Alvin (1998), *The Third Wave*, Nueva York, Bantam.
- UNESCO (2021), *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*, París, UNESCO.

La educación y el devenir digital

Discurso, experiencias y acciones frente al ascenso de la inteligencia artificial

ERNESTO TREVIÑO RONZÓN*

Este artículo presenta un conjunto de reflexiones acerca de los usos actuales de la inteligencia artificial y sus posibilidades y retos para la educación. La exposición se basa en conceptos básicos como discurso, mito e imaginario, que son usados para hacer un recorrido sobre algunas experiencias previas en materia de apropiación de la tecnología en ámbitos educativos. También se presentan algunas consideraciones sobre los retos de los modelos más recientes de inteligencia artificial basados en el uso del lenguaje natural y en el procesamiento de grandes volúmenes de datos. Se cierra con una serie de consideraciones acerca de los retos que los actuales desarrollos tecnológicos plantean para las instituciones educativas y para la acción pública organizada, de cara a retos ingentes como la reducción de la desigualdad y la consolidación de la sostenibilidad.

Palabras clave

Inteligencia artificial
Discurso
TIC
Educación
Políticas educativas
Plagio académico

DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61689>

* Investigador titular en el Instituto de Investigaciones Histórico-Sociales de la Universidad Veracruzana (UV) (México). Doctor en Ciencias con Especialidad en Investigaciones Educativas. Publicaciones recientes: (2022, en co-coord. con D.M. Cabrera Hernández), *Cien años de la Secretaría de Educación Pública. Diálogos desde el presente*, México, Balam; (2021, coord.), *La educación y el conocimiento bajo el espectro del neoliberalismo en América Latina: análisis para entender sus consecuencias sobre las políticas, las instituciones y los sujetos*, México, Universidad Veracruzana. CE: etrevino@uv.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7687-7106>

INTRODUCCIÓN

La rica historia de la educación está marcada por una multiplicidad de cambios y continuidades que han sido ampliamente documentadas por la investigación educativa realizada, tanto en el presente como en el pasado, en perspectiva sincrónica y en perspectiva diacrónica. Uno de los ámbitos más interesantes y fascinantes en esta larga historia está relacionada con el conjunto de dispositivos, técnicas y tecnologías que, de una manera u otra, han enriquecido los procesos de enseñanza y aprendizaje y que, al mismo tiempo, han tenido impactos en la forma en que se organizan los espacios y los sistemas educativos; así como, en general, las formas de interacción entre eso que llamamos educación y el mundo social.

Hoy en día sabemos que algunos de los principales objetos técnicos empleados en los sistemas educativos han pervivido a lo largo del tiempo, enriqueciéndose y transformándose, como los pizarrones, los libros de texto, los marcadores, las reglas y los horarios de clase; todos éstos, junto con una diversidad de materiales que estudiantes, profesores y padres de familia aportan a la educación, constituyen un universo conceptual y procedimental (Granja, 2004). Pero también sabemos que, a partir de la formalización, el desarrollo y la sofisticación de los sistemas educativos, los espacios de formación de diferentes niveles han visto la llegada, la adaptación y la caída en desuso de diferentes dispositivos, recursos técnicos y tecnológicos, con diversas implicaciones para los procesos educativos.

Pensando en términos de la intensidad de los cambios, tal vez se podría sostener la afirmación de que la llegada de recursos para enriquecer los procesos educativos se ha acelerado en los últimos 20 años. Muchos de quienes actualmente se dedican a la investigación y la docencia han sido testigos de cómo el desarrollo de la tecnología digital ha proyectado y extendido los avances de la era computacional de la década de 1990, al tiempo que se introducen nuevos elementos que complejizan y amplían las posibilidades educativas. Sin embargo, es difícil hacer una valoración integral que permita discernir si vivimos un momento de mayores o más relevantes cambios tecnológicos, pues cada periodo histórico está marcado por sus propias circunstancias sociales, culturales, económicas y educativas. Eventos como un desastre natural, una crisis económica o una guerra, introducen marcos referenciales que inundan con significantes, sentidos —e incluso con sentimientos o afectos— los marcos de representación a partir de los cuales se interpreta el mundo. Probablemente éste es el caso con desarrollos tecnológicos como la IA y sus implicaciones para la educación, en el contexto de un mundo que está saliendo de una pandemia que marcó un trágico hito en la historia reciente de la humanidad.

En este contexto, una de las tareas básicas para los interesados en el campo de la educación es abrir espacio a la reflexión y al intercambio de ideas y de preocupaciones en torno a los nuevos desarrollos científicos y tecnológicos. Por supuesto, no es fácil encontrar una manera adecuada de dialogar en torno a la nueva etapa del desarrollo de la inteligencia artificial (IA) y su

impacto en la educación, en particular si no estamos familiarizados con su funcionamiento, sus particularidades técnicas, o si estamos fuera del circuito de conversación especializado que se ocupa de estos temas.

Probablemente, lo primero en esta tarea es reconocer que, como otros desarrollos tecnocientíficos, la IA ha estado presente en nuestras vidas por largo tiempo; hemos sabido y conocido de ella a través de las noticias o de algunas de sus aplicaciones prácticas, así como a través de la cultura popular, por ejemplo, por películas o series de cierto género, como la ciencia ficción. Aunque a veces lo pasamos por alto, la IA se ha desarrollado en gran medida bajo el cobijo de instancias universitarias y de investigación académica en diferentes partes del mundo. Hoy en día, hay innumerables programas académicos y de investigación dedicados a su desarrollo en forma de licenciaturas, especializaciones, maestrías y doctorados, si bien actualmente su principal frente de innovación está en manos de grandes empresas transnacionales.

Aunque la IA rara vez es protagonista de nuestras conversaciones académicas o de nuestros planes de acción, el reciente desarrollo de modelos con rasgos y capacidades específicas ha cambiado la atención hacia ella. Particularmente, el diseño de sistemas de interacción que simulan la inteligencia humana —basados en lo que podríamos llamar el lenguaje natural y que circulan por diferentes dispositivos personales— asociados con una gran capacidad de cómputo, así como el acceso a inmensas cantidades de datos parecen introducir nuevas variables que nos han hecho mirar con más atención —y a veces con cierto grado de asombro y de preocupación— los alcances de estas innovaciones, así como a preguntarnos qué implicaciones tienen para nosotros y, por supuesto, para la educación.

En este contexto, el propósito de este artículo es introducir un conjunto de reflexiones en torno a las implicaciones y retos de la IA para la educación como actualmente se nos está develando. La particularidad de este texto frente a otros que están disponibles ya en el campo es que, además de abordar algunas de las posibilidades, las expectativas y los posibles alcances de la IA para la educación, propone reflexionar sobre su dimensión discursiva y sobre algunas de sus posibles implicaciones a la luz de un conjunto de conceptos en el marco de una lógica de reconocimiento de las continuidades y las variaciones en materia de apropiación social de la tecnología.

El texto se organiza de la siguiente manera: en primer lugar se presenta un conjunto de consideraciones conceptuales básicas que buscan socializar con el lector algunos de los retos e implicaciones de pensar la relación entre inteligencia artificial y educación. El marco general para esta reflexión lo otorga la noción de discurso, así como la idea de mito y de imaginario que sirven, además, para proponer una suerte de sustento teórico a uno de los argumentos básicos del texto: la relación entre la inteligencia artificial y la educación depende, más que de actos voluntaristas, de la forma en que se construyen significados, aspiraciones y marcos de interacción entre los objetos tecnológicos, la subjetividad y los procesos educativos, en el presente y en el futuro.

En el segundo apartado se desarrolla un conjunto de reflexiones en torno a la forma en que la vida cotidiana dentro y fuera de la escuela proporciona

elementos para entender la tecnología artificial y sus potencialidades para el campo educativo. Se trata de hacer evidente algo que en ocasiones se pasa por alto: el acceso a la tecnología y la forma en que se usa en el campo educativo está mediado por prácticas heterogéneas de intensidad variable, situadas en tiempos y espacios, que no necesariamente están sustentadas por algún tipo de conocimiento detallado de dicha tecnología; y esto debe ser objeto de atención desde la investigación. Para comprender lo anterior es necesario hacer una breve reflexión sobre algunos de los aprendizajes que dejaron las diferentes olas de apropiación de la tecnología en el campo educativo, en el cambio de siglo.

El tercer apartado se enfoca en algunas de las numerosas posibilidades y retos asociados al uso de tecnologías novedosas en su incursión en el ámbito educativo. Se abordan aspectos como la disponibilidad de nuevos elementos discursivos que acarrearán nuevos marcos de conceptualización y de proyección imaginaria de lo educativo y se resumen algunas áreas de uso de la IA pertinentes para contextos como México.

A partir de los elementos presentados, el artículo cierra con elementos para una agenda de discusión; allí se retoman algunas de las preocupaciones y propuestas vertidas por académicos, activistas y empresas transnacionales en torno a las posibilidades, las exigencias y los riesgos del uso de tecnologías como las que en la actualidad dan forma a la inteligencia artificial. Muy probablemente se requerirá la intervención coordinada de diferentes actores sociales en una lógica de acción pública intensiva que permita contener algunas de las repercusiones negativas de un tipo de tecnología dominada por grandes corporaciones privadas.

Antes de dar paso al desarrollo del artículo son pertinentes dos acotaciones. Primeramente, para la redacción de este documento se revisó un conjunto de materiales heterogéneos relacionados con la génesis, el desarrollo e impacto de la inteligencia artificial en diferentes ámbitos de la vida contemporánea; así como diferentes artículos relacionados con las apropiaciones de las tecnologías digitales de última generación en la educación. Asimismo, se revisaron documentos de organismos multilaterales y, por supuesto, se recupera la experiencia propia en el ámbito de la investigación y docencia. Una parte de todos estos documentos serán citados a lo largo de la exposición.

La segunda acotación hace referencia al tono de este artículo: los argumentos aquí esgrimidos intentan ser equilibrados; no se tiene una particular convicción *a priori* acerca de las virtudes o riesgos de la inteligencia artificial. Aunque, como muchos otros académicos, tiendo a ser entusiasta de la tecnología, también soy escéptico frente a las promesas que la rodean. No se afirma aquí que la IA vaya a transformar o revolucionar la educación, pero sí se impulsa la idea de que, como otras innovaciones, dejará una huella significativa. Por ello es que, deliberadamente, se ha intentado contener toda noción especulativa que resulte en recomendaciones *a priori* sobre cómo las instituciones de educación deberían adoptar ese tipo de tecnologías. En cambio, se introducen referencias basadas en experiencias sobre cómo ya se está haciendo en algunos lugares, de tal forma que los interesados en estos temas puedan dar seguimiento a las ideas.

La actual coyuntura social, tecnológica y política hace muy relevante impulsar espacios de diálogo desde diferentes ángulos sin importar qué tan familiarizados estamos con estos temas en aras de documentar y construir proyectos a varias voces en un marco de ética pública y compromiso frente a las responsabilidades de la educación. Espero que este artículo aporte alguna idea en esta dirección.

RETOS CONCEPTUALES PARA ENTENDER LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SUS VÍNCULOS CON LA EDUCACIÓN

En este documento la inteligencia artificial es al mismo tiempo un significativo y todo un orden discursivo; entendemos por discurso un amplio campo de diferencias donde significados, significantes, sentidos, prácticas y objetos interactúan articulando y rompiendo estructuras de significado y sentido (Lacau, 2014). Desde esta perspectiva es posible notar y asumir cómo se ha enriquecido la noción de inteligencia artificial. Por un lado ha sido entendida, desde sus primeros desarrollos, como “la ciencia e ingeniería de desarrollar máquinas inteligentes, especialmente, programas computacionales inteligentes” (McCarthy, 2007: 1). Otros autores agregan a la noción la particularidad de ser un tipo de construcción y desarrollo de tecnología que puede aprender a tomar decisiones autónomas y desarrollar acciones en representación o en sustitución (*on behalf*) de las personas (Rouse, 2023). Este enriquecimiento gradual de la idea de inteligencia artificial es una ventana interesante para entender parte del gran proceso social y tecnológico ocurrido desde la década de 1950 en términos de desarrollo teórico multidisciplinar y de trabajo experimental, así como las diversas implicaciones prácticas en diferentes ámbitos de la vida contemporánea, marcadamente en la educación.

Al día de hoy, en el desarrollo de la IA converge un conjunto de desarrollos científicos, técnicos y tecnológicos que presuponen articulaciones interesantes entre disciplinas y campos de acción. Si bien las ciencias informáticas o ciencias de la computación tienen un predominio en el desarrollo de este tipo de tecnologías, la realidad es que otros campos como la lingüística, las ciencias cognitivas, las ciencias de datos que implican a la estadística y las matemáticas y, por supuesto, diferentes ingenierías, tienen también una gran incidencia en el sentido que ha tomado la inteligencia artificial. Esto genera una suerte de derrames conceptuales, de préstamos de términos y de sentidos que en ocasiones pueden parecer transparentes, pero que son siempre complejos.

Acentuamos aquí la idea de que la IA puede ser entendida como un gran discurso o campo discursivo donde se estructura un conjunto de relaciones de significado que interactúan de manera cotidiana con prácticas y procesos que, a su vez, también tienen significados y que circulan profusamente. Llamaré a este gran conjunto de elementos significantes el campo discursivo de la IA. El discurso debe entenderse, en este contexto, como un conjunto de prácticas y procesos con significado que presuponen —y diseminan— nuevos significados en la medida en que se ponen en circulación. Al

interior de este gran campo que es la inteligencia artificial hay un conjunto de términos que en la actualidad resultan fundamentales, como las nociones de aprendizaje, inteligencia y algoritmo, entre otros, los cuales configuran puntos de convergencia de sentidos y significados entre ámbitos y disciplinas. Por ejemplo, el término o significante aprendizaje, que es utilizado en varios campos disciplinares como la educación, la psicología, la biología o las ciencias computacionales, conecta de manera interesante, pero compleja, a distintas personas en dichas disciplinas, por ejemplo docentes, estudiantes y especialistas en programación o diseño. Todos los usuarios de estos términos, quienes a pesar de emplearlos no necesariamente pretenden dar a entender lo mismo, participan de la construcción de un orden discursivo.

El desarrollo y popularización de aplicaciones o de modelos de IA basados en lenguaje natural, que presentan interfaces directas y simples, que responden a solicitudes sencillas y entregan soluciones o respuestas que se parecen al tipo de razonamiento humano, han dado paso a un conjunto de representaciones de la tecnología digital que puede alcanzar el estatus de mitos que alimentan nuevos imaginarios sobre la tecnología y sus efectos en el trabajo, la convivencia o la educación. La noción de mito que aquí se usa no se relaciona con una invención sin sustento, o un tipo de exageración que se aleja de la realidad; por el contrario, aquí la noción de mito se retoma de Laclau (1993), para quien los mitos dan cuenta de un proceso por el cual se producen nuevos espacios de representación que tienen algún tipo de base en la experiencia cotidiana, pero que no están necesariamente limitados a su empiricidad, pues los significados producidos se distancian lo suficiente como para permitir un cierto margen de acción a las personas que participan de ese mito.

El concepto de significado tiene relevancia para esta exposición porque los modelos más recientes de inteligencia artificial, como los así llamados grandes modelos de lenguaje (LLM) o inclusive los modelos basados en lenguaje natural (NLP), emplean numerosas palabras de lenguaje ordinario, pero las codifican o programan en lenguajes propios de la programación que funcionan vía algoritmos y sistemas que, a su vez, pueden escanear grandes cantidades de información y regresar resultados en términos que resultan familiares. Las máquinas virtuales no “entienden” el sentido o significado profundo de las palabras como lo hacemos los humanos; funcionan por operaciones lógicas, semánticas, algorítmicas; por procesos de inclusión-exclusión, pero eso no implica que los lectores o usuarios de sus productos no tengamos que vérnoslas con los significados que nos regresan. Por ello es que el discurso de inteligencia artificial debe ser entendido bajo esta lógica de un gran campo de significados en circulación.

Las representaciones que sobre la IA se han diseminado en los últimos años son tan atractivas como resbaladizas. Algunas de sus características están sirviendo para proyectar ideas sobre sus posibilidades, tanto positivas como negativas, y se plantean algunos escenarios deseables e indeseables. En ese sentido, conviene recuperar la noción de imaginario también en el pensamiento de Laclau, que da cuenta de la construcción de un orden de representación en el futuro, es decir, es un ejercicio de pensar en aspectos

y escenarios que pueden ser interesantes, útiles o inclusive deseables, que interesaría perseguir o impulsar a partir de lo que se sabe y se ha experimentado, y que habrían resultado “positivos” con la inteligencia artificial.

Para tener una idea de los imaginarios en construcción sirve mirar algunas de las tantas conferencias, charlas y pláticas disponibles desde por lo menos 2019 en plataformas como YouTube o en sitios como TedTalk y notar que la IA, como fue el caso de otras tecnologías, está dando paso, ahora mismo, a una gran cantidad de proyecciones sobre el futuro del conocimiento, de la educación, de la salud, del trabajo, de la movilidad, del entretenimiento y las telecomunicaciones, del desarrollo de la ciencia y la tecnología. En gran parte del mundo, esta construcción imaginaria regula el presente desde ese futuro especulativo, de manera tal que numerosas actuaciones, dichos y aspiraciones parecen estar fundadas en esa especulación de lo que puede pasar si abrazamos las virtudes de la tecnología.

TECNOLOGÍA DIGITAL Y EDUCACIÓN: LAS EXPERIENCIAS FRENTE A LAS EXPECTATIVAS

Dar cuenta de las implicaciones de la inteligencia artificial para la educación conlleva analizar cómo los sujetos educativos nos relacionamos con ella en tanto asunto tecnológico, social y cultural que ha cambiado a lo largo del tiempo. Los sujetos somos entes singulares-plurales (Nancy, 2006), cambiantes y con diferentes polos de configuración identitaria; los objetos tecnológicos, en tanto resultado de la actividad humana, también comportan sentidos y significados que son intrínsecamente complejos y variables. Por más que pudieran parecer externos a lo humano, como meros artefactos, en realidad guardan una relación íntima con lo humano, con el contexto y las circunstancias en que fueron diseñados y en los que funcionan o son puestos en uso (Simondon, 2007). Estas referencias son útiles para comprender, por un lado, las experiencias previas en materia de uso de tecnologías dentro y fuera de los espacios educativos (desde el nivel básico hasta el posgrado) y, por otro, nuestras expectativas sobre ellas.

Olas de apropiación socioeducativa de la tecnología

Como otras tecnologías, la inteligencia artificial no fue diseñada de origen para actividades educativas, por ello vale la pena preguntarse acerca de cómo la forma en que se está adoptando se parece y se diferencia de las maneras en que otros desarrollos o innovaciones tecnológicas fueron incorporados en los procesos educativos; bien vale la pena preguntarse también cómo se ha modelado la educación a partir de esta incorporación de objetos tecnológicos con racionalidades técnicas particulares (Valle y Jiménez, 2021).

En el ámbito educativo formal hay una serie de principios estables, más o menos predominantes; uno de ellos se refiere a procesar lo nuevo o lo desconocido dentro de prácticas o esquemas familiares o altamente sedimentados. Nuevos conceptos, descubrimientos, avances de un tipo u otro se procesan en términos curriculares, didácticos, de planeación y administración

de los procesos educativos siguiendo una lógica que rara vez se traduce en cambios radicales súbitos. Así ha sido el proceso por el cual los sistemas y actores educativos han tendido a incorporar la tecnología en las organizaciones educativas.

Una metáfora útil para pensar la incorporación de las tecnologías de tipo informático en la educación es la de olas; no es nada original, pero permite recordar que los nuevos objetos tecnológicos llegan a veces con fuerza y a veces de manera más sutil, acompañados de retóricas enriquecidas sobre su potencial para impulsar la transformación de la educación. Una vez que pasa la efervescencia, la fuerza de la ola, hay un proceso de readecuación; algo queda. Esto ocurrió con sus variaciones desde la década de 1970 con la popularización de la TV y el video en las aulas (Faure, 1973); y también en los ochenta y noventa con la llegada de diferentes generaciones de computadoras personales y la Internet.

Durante la última parte del siglo XX y al inicio del XXI, diferentes organizaciones internacionales, asociaciones y académicos en diversas partes del mundo intentaron anticipar, recomendar, modelar de maneras diversas la incorporación de la tecnología en los procesos educativos atendiendo dimensiones filosóficas, curriculares, políticas, didácticas e, incluso, económicas (Malitza, 1989; Silvio, 1989; Jouët y Coudray, 1993; Delors, 1996; UNESCO, 1996, 2002; OCDE, 1988 y 2003; ANUIES, 2004; Claro, 2010). El campo de la investigación educativa, sin duda, se amplió a partir de ello. En el caso de México, revistas como *Perfiles Educativos* han sido espacios de resonancia de este proceso (Pedraza *et al.*, 2013; Kriscautzky y Ferreiro, 2018).

Una vez que ingresamos plenamente al siglo XXI las posibilidades de acceso e intercambio de información se ampliaron de manera exponencial gracias al crecimiento de las redes interinstitucionales y de las redes internacionales de comunicación digital. Millones de estudiantes, profesores e instituciones educativas fuimos testigos y partícipes de la llegada a las aulas y laboratorios de computadoras más potentes, equipos multimedia, pizarrones interactivos, variaciones de *software* especializado, modelos cooperativos de enseñanza y aprendizaje en línea y demás. Vimos llegar plataformas virtuales para la enseñanza y el aprendizaje, así como numerosos objetos y recursos de aprendizaje.

En ese momento histórico se vivió una efervescencia de ideas e iniciativas para mejorar la educación. La noción de *e-learning* —o aprendizaje mediado digitalmente— junto con la creación de los cursos masivos en línea —tipo MOOC— ampliaron sin duda las posibilidades de la educación, particularmente en términos de cobertura, y dieron un nuevo impulso a la idea de educación a distancia o abierta.

Por supuesto, nada de esto ocurrió de manera homogénea: en todo el mundo fue patente que no todos y todas estuvieron en condiciones iguales: mientras que en algunos países y estratos sociales se tenía acceso a tecnología de punta, en otros dicha tecnología nunca llegó. También es un hecho que gran parte de estas apropiaciones se realizó sin capacitación adecuada, y que la que existió fue desigual y heterogénea. Las políticas educativas, las políticas tecnológicas y, en general, las intervenciones gubernamentales en

este ámbito se han caracterizado por su inconsistencia y su falta de integridad a pesar de estar basadas en un discurso enriquecido sobre la importancia de la tecnología. En este contexto fue que se intensificó un problema añejo que no ha desaparecido: las desigualdades de acceso y uso de la nueva tecnología son evidentes en la escala global y local (Journell, 2004).

Conforme el mundo entró en la segunda década del siglo XXI, una vez popularizadas las tecnologías de movilidad digital individual con la dispersión de dispositivos que van desde pequeñas computadoras hasta tabletas y celulares “inteligentes”, equipados con grandes capacidades de procesamiento de información, entramos en un nuevo momento de desarrollo y apropiación social de la tecnología, también desigual en términos de su alcance y distribución (por ejemplo, apareció el concepto de dispositivos de alta, media y baja gama). En este momento la IA comenzó a circular de manera más intensa en las redes sociales y en dispositivos muy diversos. Esto abrió una nueva etapa en la vida digital en la medida en que miles de niños y niñas, adolescentes y adultos en distintos momentos de su desarrollo personal y, en su caso, profesional, comenzaron a experimentar con nuevas formas de interacción, estudio y trabajo en línea. También se intensificó el proceso por el cual las personas diversificamos nuestra constitución identitaria: el mundo digital, las redes sociales, por ejemplo, no sólo comenzaron a extender los espacios de experiencia, sino también la configuración de nuestro ser: desde entonces nuestro ser en el mundo cotidiano de la casa, el trabajo o la escuela puede o no coincidir con nuestro ser digital, pero se complementan.

La idea de comunicación en tiempo real y de acceso a datos de manera casi permanente dio paso a la creación de una era de generación de datos inédita en la historia de la humanidad. Por ejemplo, el mapeo del mundo a través de Google Maps, la generación de contenidos masivos por parte de usuarios vía YouTube, la creación de sistemas colaborativos estilo Wikipedia, el uso de redes sociales basadas en sofisticadas bases de datos, robots virtuales, redes y algoritmos complejos de uso masivo inauguraron una etapa con profundos cambios culturales, económicos y hasta políticos.

Es pertinente tener presente un hecho que con frecuencia pasa desapercibido y que es muy importante para la educación: la apropiación de este tipo de tecnologías fue, en casi todos los casos, experimental, es decir, siguió una lógica de uso vía ensayo y error. Nuevamente, las políticas y las intervenciones públicas han dejado mucho que desear, pues fue sobre todo en esta lógica de familiarización informal como gran parte de estos dispositivos llegados en diferentes olas encontraron sus lugares en las dinámicas de enseñanza y aprendizaje. Aunque secretarías o ministerios de educación, universidades, escuelas Normales, centros de formación de docentes, grupos de académicos y también miles de centros y empresas privadas se dieron —y continúan dándose— a la tarea de preparar, entrenar, capacitar o dar nociones para incorporar adecuadamente estos recursos en los procesos educativos, su apropiación, para bien y para mal, ha sido un proceso sumamente heterogéneo. En las últimas décadas se ha generado una gran cantidad de bibliografía y materiales para esos fines específicos; no podemos

desconocer que una parte significativa de este esfuerzo ha tenido éxito, pero no todo el mundo se ha apropiado de la tecnología de la misma forma, y menos cuando se trata de orientarla a procesos de tipo educativo.

En buena medida, la investigación educativa que comenzó a desarrollarse en este ámbito durante la última parte del siglo XX, en México y otras partes, ha permitido documentar con claridad los retos de la apropiación social y educativa de la tecnología, la cual se hace desde condiciones culturales, económicas, lingüísticas y espaciales muy diversas (Lizarazo *et al.*, 2013; Ávila y Cantú, 2017). Cada esfuerzo institucional o personal por incorporar tecnología de manera orientada ha debido enfrentar las incertidumbres, las asimetrías sociales, los riesgos propios del contenido y del cambio de dinámicas escolares. Aquí se vuelve al argumento inicial del apartado: las personas que conforman las comunidades educativas no han usado la tecnología sin referentes conceptuales o culturales, por el contrario, siempre se relacionan con ellas a través de expectativas, de esperanzas, de miedos, de interés; y así es como se construye una suerte de gesta tecnológica propia de cada persona que se conecta con las de muchas otras personas, ya sea que estén cerca o lejos.

Por supuesto, la tecnología cambia; muchos de los dispositivos y desarrollos tecnológicos entran, por una razón u otra, en tiempos breves, en atraso y, finalmente, en desuso, por lo que la apropiación no termina. En el caso de la educación algunos dispositivos e iniciativas de uso fueron burbujas de innovación y otras pasaron con poco impacto por las aulas. En el caso de México hay iniciativas así: Red Edusat (versión TV y versión digitalizada), Red Escolar, los canales de TV educativa de diversas instituciones con contenidos multimedia, Enciclomedia y las universidades o instituciones 2.0, entre muchas otras. Aunque ninguno de estos procesos “revolucionó” la educación en el sentido de transformarla radicalmente, algo ha permanecido si pensamos en el mediano o largo plazo: no hemos renunciado en casi ninguna parte del mundo a intentar aprovechar los avances de la tecnología para apuntalar la educación, para mejorarla y hacerla de mayor calidad —término polémico— relevante o pertinente. Hay una cierta convicción de fondo: la educación, sea que ocurra en el nivel básico o en el nivel superior, en un espacio específico o fuera de las aulas requiere hacer algo con la tecnología del momento. Pero, al mismo tiempo, es claro que los sistemas educativos por lo regular son reactivos, es decir, van siguiendo los avances y las prácticas de los individuos; se adaptan como pueden e intentan incorporar lo nuevo, más que intentar anticipar lo que sería deseable o necesario. Esto se nota en varios ámbitos, como el equipamiento o la misma capacitación de docentes, de la cual hablaré un poco más adelante.

Las incursiones en la IA

Aunque en el discurso de la IA circulan expresiones y metáforas —o significantes— como los que usamos en la educación, tales como entrenamiento, aprendizaje, aprendizaje profundo e instrucción, entre otros; y aunque muchos de los avances en este orden se han hecho en instituciones universitarias, es claro que ha sido desarrollado inicialmente con propósitos diferentes a los

de educar. En una de sus facetas, la IA tiene interfaces y resultados amigables, pero aunque es difícil saberlo con precisión, es posible especular que gran parte de los usuarios de formas específicas de IA desconocen sus detalles de diseño y funcionamiento: cómo están programadas, las fuentes de información en que se basan, los criterios de inclusión y exclusión de los datos que usan y expresan, entre otros aspectos importantes. Por supuesto, eso no nos impide usarlas, aprender y entretenernos con ellas, comunicarnos a través de ellas e incluso sentirnos de alguna manera sorprendidos por lo que pueden hacer.

Esta particularidad de usar y participar sin necesariamente comprender cómo funcionan ciertas tecnologías presenta retos específicos para pensar el futuro de la IA en el campo de la educación, pues una particularidad de ese tipo de tecnología —frente a otras que han llegado a las aulas, talleres y laboratorios— es que ha desbordado sistemáticamente su localización o espacialidad y ha introducido variables temporales significativas. La IA no sólo se ejecuta en computadoras (institucionales o personales, fijas o móviles, grandes o pequeñas); puede funcionar en decenas de dispositivos móviles como las tabletas y los celulares inteligentes, los relojes y los audífonos, en numerosos equipos de entretenimiento y telecomunicaciones, incluso en electrodomésticos (lavadoras, aspiradoras, refrigeradores, aparatos de aire acondicionado), en autos, barcos o autobuses, en trenes y aviones. Puede funcionar en cámaras de fotografía y vigilancia, en sensores dispuestos en la calle, en lámparas y focos, en satélites, drones y escáneres corporales. Además, por lo regular funciona a través de redes sin que necesariamente las personas las pongamos deliberadamente en acción.

Millones de estudiantes, padres de familia y profesores estamos familiarizados con sus interfaces, con algunas de sus caras y posibilidades en forma de redes sociales, de contenidos digitales, de comunicaciones vía mensajeros, de compras y videojuegos. Participamos en circuitos interconectados de representación y reproducción de significados tejidos en prácticas, muchos de los cuales están mediados por inteligencia artificial. Por definición, se trata de circuitos abiertos, incompletos, siempre en producción, que cambian nuestra noción de tiempo y espacio y que, tal vez por ello, tienen gran capacidad de interpelar a los usuarios. Es así como este tipo de tecnologías —y otras— se han colado en las aulas alrededor del mundo, en una mezcla de uso lúdico, experimental, no necesariamente planeado, donde lo nuevo se mezcla con lo anterior, con poco conocimiento fundado de su diseño y funcionamiento fino.

Un número significativo de la información que usan las actuales aplicaciones de IA proviene de fuentes múltiples y nosotros mismos, los usuarios, somos de los principales proveedores. Si, como lo han mostrado autores como Michel Foucault (2006), para la consolidación del Estado moderno se requirió la generación de información y el desarrollo de ciencias como la estadística, la geografía o la demografía, para la consolidación de la era digital; para el funcionamiento de los grandes sistemas de información se requiere la colaboración de millones de personas para alimentar las bases de datos, los algoritmos, las tablas de registro.

En términos ónticos y ontológicos, estamos en un momento paradójico, pues en casi cualquier circunstancia podemos formar parte de circuitos de información que alimentan los algoritmos de la IA sin saberlo. De hecho, para que los sistemas inteligentes desarrollen sus funciones no es requisito que las personas estén frente a los dispositivos. Las instituciones de educación y todos sus integrantes producen grandes cantidades de información, tanto de aspectos educativos como personales; adecuadamente tratada y analizada podría emplearse con modelos de IA para apoyar diversos aspectos de los procesos formativos, pero de este hecho se derivan grandes implicaciones en el orden de la subjetividad y de la ética.

LA EDUCACIÓN FRENTE AL NUEVO MUNDO DIGITAL

Para que los actuales desarrollos de IA funcionen adecuadamente es necesario que, además de cumplir con características específicas, tengan acceso a información constante, rica y diversa. En la actualidad, gran parte de los grandes modelos de lenguaje o LLM requieren información de distintas fuentes, tanto para poder modelar sus cualidades y perfeccionar sus alcances como para lograr sus fines reduciendo sus errores o sesgos. Ninguna tecnología es perfecta, ninguna está exenta de errores, deficiencias o limitaciones. Modelos como ChatGPT o Llama 2, que han recibido gran atención mediática, tienen que ser entrenados y ajustados no sólo con datos de distintas fuentes, sino que también requieren la intervención de personas que, en distintas partes del mundo, analizan y corrigen expresiones, datos y contenidos para prevenir respuestas inadecuadas o dañinas. Aunque muchos de sus resultados son promisorios, siguen en desarrollo:

Los LLM pueden llevar a cabo una variedad de tareas relacionadas con el lenguaje, como responder preguntas, generar texto creativo, traducir entre idiomas, resumir documentos, mantener conversaciones y más. Ejemplos notables de LLM incluyen los modelos de la serie GPT (Generative Pre-trained Transformer) desarrollados por OpenAI, como GPT-3.5 (mi versión) y versiones posteriores. Estos modelos han demostrado ser herramientas poderosas y versátiles en diversos campos, desde asistencia virtual hasta investigación, escritura automática y mucho más. Sin embargo, *es importante recordar que los LLMs no poseen una verdadera comprensión ni conciencia, sino que operan con base en los patrones aprendidos de los datos con los que fueron entrenados* (definición obtenida de ChatGPT, versión 3.5, a la solicitud: “Describe qué es un Large Language Model”. Subrayado propio).

Así, pensar en las posibilidades de la IA para la educación requiere asumir de inicio que todavía hay una gran cantidad de deficiencias y problemas de diseño y ejecución y que su uso requiere que las personas —estudiantes, personal académico, administrativo, directivo y tutorial— asuman que deben aprender a usarla y de alguna forma colaborar en su desarrollo. Idealmente haría falta una intervención organizada de parte del Estado y

los gobiernos, pero la realidad es que parecen borrados de esta discusión. Al día de hoy ya se cuenta con una extensa bibliografía respecto a las posibilidades educativas de la IA. Es posible encontrar un debate en desarrollo que se mueve entre el análisis de experiencias y el planteamiento de escenarios para la docencia, el aprendizaje, la identificación de necesidades entre las comunidades educativas, la gestión de instituciones y demás (Gross, 1992; Moreno, 2019; Chen *et al.*, 2020; Renz *et al.*, 2020; Rivas *et al.*, 2023 y otros). Aquí se recuperarán sólo algunas ideas básicas para seguir pensando en sus posibilidades e implicaciones en países como México.

Algunas apropiaciones de la IA

En el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje, una de las apropiaciones o usos más interesantes de los nuevos modelos de IA, como los de tipo ChatGPT o Llama2, radican en la posibilidad de crear sistemas de tutoría, asesoría y acompañamiento personalizados para estudiantes, los cuales pueden funcionar a título individual o grupal en distintos niveles educativos. Sabemos desde hace mucho que la tutoría y la asesoría son muy importantes en sistemas educativos donde el estudiantado tiene trayectorias marcadamente heterogéneas y la necesidad de apoyos específicos. En este sentido, en diferentes partes del mundo ya se han usado con éxito distintos modelos de tutores digitales; los más recientes siguen la lógica de los LLM. Los diseños más simples tienen la forma de un cuadro de diálogo o un mensajero en el cual la persona teclea o dicta indicaciones relacionadas con sus tareas o actividades específicas, etc. La clave en este tipo de asesorías, tutorías o acompañamientos digitales es que no sustituyen al profesor, ni la necesidad de un trayecto formativo; son apoyos para escribir, buscar, responder dudas y hacer ejercicios, por eso deben insertarse en el contexto de actividades y necesidades concretas, como ampliar información, resolver retos o ayudar a completar proyectos individuales y colaborativos (Sabourin *et al.*, 2013; Greer y Mark, 2016). Al respecto, es recomendable revisar investigaciones como las reportadas en el número especial de tutoría del *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, donde desde hace casi una década se discuten varios de los primeros avances en este ámbito.

Otra posibilidad de uso de la inteligencia artificial tiene que ver con la evaluación y autoevaluación de los aprendizajes, el desarrollo de competencias, el dominio de procedimientos, de idiomas y de la escritura. Probablemente aquí es donde hay un campo más amplio. La inteligencia artificial puede tomar como base programas de cursos, libros, artículos, convenciones en un campo de conocimiento y materiales en línea y convertirlos en recursos para desarrollar ejercicios de evaluación de muy distinto tipo (Martin *et al.*, 2011). Varios de los ejercicios ya existentes son altamente interactivos y pueden ayudar al diseño de experimentos y de actividades que requieren introducir variables simples o complejas de distinto tipo. En disciplinas que requieren contrastar datos de distintas fuentes puede ayudar para validar información y expresarla de distintas maneras.

Estos usos pueden ser compatibles con enfoques de enseñanza y aprendizaje basados en la colaboración y en la construcción mediada de conocimiento, pues si bien se nutren de documentos y referencias curriculares, también pueden tomar datos de muchas otras fuentes de información. Esto, además, puede articularse con una idea de lo educativo que va más allá del aula, asunto que mueve tanto a los interesados en el aprendizaje a lo largo de la vida, como a los interesados en la educación no escolarizada.

Un tercer aspecto que vale la pena destacar —y que podría ser promisorio— es la posibilidad de emplear distintas estrategias de inteligencia artificial para modelar escenarios y anticipar problemas en diferentes ámbitos de las instituciones educativas, desde identificar problemas de selección o en las trayectorias del estudiantado, hasta analizar tendencias de saberes y conocimientos que valdría la pena incorporar en el currículo. Un análisis adecuadamente diseñado permitiría producir información para saber si las instituciones están induciendo algún tipo de discriminación por género, por origen étnico o por condición económica, entre otros.

En un ámbito muy diferente, como la salud, ciertos diseños de IA pueden ayudar a monitorear la salud física y emocional o afectiva de los estudiantes y su personal, entregar información, reportes o incluso alertas útiles a los interesados, sus familias o sus compañeros. Estas iniciativas que trabajan con información delicada —y que ya se usan en algunos países— requieren diseños específicos, grupos interdisciplinarios y claros fundamentos teóricos.

Deliberadamente he dejado sin dar ejemplos de otros ámbitos o campos donde la IA ya se usa con cierta regularidad en algunas partes del mundo, como apoyo en la docencia o incluso en la investigación básica y aplicada, sobre todo en las universidades, tanto en las ciencias básicas como en las ingenierías y las humanidades, bien para crear, bien para analizar datos o representarlos. Desde el punto de vista administrativo y de gestión, las instituciones educativas desarrollan un conjunto de tareas reiteradas y en algunas partes del mundo ya se apoyan en distintas formas de IA para automatizar comunicaciones o el procesamiento de información institucional sobre gasto, inversión, finanzas y demás.

Retos y tareas

Dentro del espacio mítico de la IA, particularmente a partir de la popularización de los LLM, se han listado ya numerosos retos y tareas a desarrollar, por ejemplo, garantizar la seguridad de las identidades digitales de las personas y sus derechos; así como establecer nuevos parámetros para tratar los derechos de la información y los conocimientos que se generan y enseñan, el plagio y la falta de honestidad intelectual, entre otros. Por supuesto, ninguno es nuevo; todos han existido dentro y fuera de la educación desde antes de la popularización de la IA, pero es necesario reconocer que ahora parecen tener nuevas facetas. Por ello, hay que desarrollar una nueva discusión al respecto, diseñar escenarios, planes y estrategias para prevenir y atender los nuevos retos. La investigación educativa puede ser muy útil para experimentar con formas creativas de enfrentarlos.

En el caso particular del plagio académico, puede enfrentarse de varias formas. La que me parece más adecuada se relaciona con la consolidación de la honestidad académica e intelectual mientras se usan dichos recursos. Aunque el plagio está ampliamente estudiado y se sabe ya mucho sobre sus distintas razones y efectos, lo más adecuado podría ser encuadrarlo en un debate sobre la ética y sobre las buenas prácticas intelectuales y académicas, así como sobre la relevancia que todo esto tiene para la formación individual y la conformación de lo común en una era donde la IA pone a prueba las formas tradicionales de trabajo. El plagio y otras prácticas de deshonestidad no iniciaron con la disposición de tecnología; probablemente existen desde antes que las instituciones de educación formales y no se detienen o no son exclusivas del campo educativo o académico. Por ello, una adecuada planeación del uso de la IA, con reglas claras, con estrategias y seguimiento, así como con principios de autorregulación puede ser útil para limitar las malas prácticas que tanto preocupan a diferentes actores, incluidas las instituciones educativas (Homes *et al.*, 2021). No usar IA no es opción realista para prevenir malas prácticas académicas.

Finalmente en esta sección, uno de los grandes retos para las instituciones educativas es incorporar adecuadamente la inteligencia artificial, de forma creativa, en el currículo y las prácticas formativas en función de la disciplina o área de conocimiento, de las tareas a desarrollar y de las condiciones de cada estudiante y docente. Esto implica que ahí donde la inteligencia artificial se adopte de manera activa debe equilibrarse con otras fuentes de información, con otros recursos didácticos o de aprendizaje y comunicación. Una de las mejores maneras de hacer esto es siempre integrarla dentro de las planeaciones; hacer notar su presencia en otros recursos como las plataformas digitales, que muchas instituciones de educación superior ya usan para enseñar o para apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje. Para todo ello, la formación docente es clave, pero no se puede hacer adecuadamente en condiciones donde las cargas de clases y de procedimientos administrativos lo impiden. Un mejor aprovechamiento de la IA requiere un ajuste en las formas tradicionales de capacitación, porque de otra forma se repetirá lo que ha ocurrido con otras olas de apropiación tecnológica.

Siguiendo el argumento de Rancière (2005), siempre existe la posibilidad de que alguno de nosotros en el campo educativo ignore algo, en este caso, el detalle de cómo funcionan estas tecnologías; pero de esa imposibilidad no se deriva necesariamente que los demás, quienes están alrededor de nosotros, no puedan aprender o enseñarnos. De las limitaciones propias no se siguen necesariamente las limitaciones de los demás; de ahí parte uno de los tantos caminos que llevan a la emancipación intelectual y a la construcción de un espacio de formación en común. En ese sentido soy optimista moderado respecto a las posibilidades de la inteligencia artificial. Para navegar adecuadamente en este gran nuevo orden discursivo se requiere retomar, por ejemplo, uno de los grandes principios de la pedagogía crítica: descentrar críticamente al docente, a la idea misma de institución; descentrar las figuras tradicionales de la educación y volver a problematizar los procesos de enseñanza y aprendizaje en común.

CONSIDERACIONES FINALES

Cotidianamente, miles de personas participan en el circuito de producción y generación de datos e información, lo sepan o no. Cuando algún estudiante, académico o personal de una institución educativa visita Wikipedia, Google o cualquier otro buscador que usa tecnología de IA; cuando decide utilizar Atlas.ti, MAXQDA, ChatGPT o cualquier otro *software* o plataforma de análisis; cuando usa Zotero, Mendeley o solicita a Elicit el análisis sistemático de bibliografía especializada participa activamente de esos mismos circuitos de información. Cuando alguien solicita información de una posible afección o quiere saber cómo tratar la depresión; cuando busca datos sobre cómo dejar las drogas, conocer nuevas personas o iniciar una rutina de ejercicio, está participando de estos mismos procesos. Muchas de estas interacciones ocurren en espacios educativos donde la IA está presente desde hace mucho, no sólo como prácticas o costumbres, sino como una red de significados complejos que configuran espacios míticos y que, ahora mismo, están dando paso a la configuración de nuevos imaginarios sobre la educación y la sociedad.

Desde la educación y desde la investigación educativa necesitamos involucrarnos y problematizar estos procesos en este tiempo inédito, pues están ocurriendo de manera paralela a otros grandes fenómenos como la crisis medioambiental, la crisis de la desigualdad y la crisis de violencia, que en México está lejos de desaparecer. La consolidación de los modelos recientes de inteligencia artificial ocurrió durante la pandemia de COVID-19; el hecho de que el mundo se haya volcado a las redes para realizar numerosas actividades en línea, incluida la docencia, aceleró un proceso que ya tenía una trayectoria, y por ello, varios asuntos han quedado sin ser discutidos.

En diferentes partes del mundo, en foros y en columnas de opinión, numerosas personas han expresado su desacuerdo con ciertos modelos de inteligencia artificial como el ChatGPT, pues consideran que detrás de ellos se encierran algunas de las peores prácticas del neoliberalismo, incluido el uso de información privada para fines comerciales de parte de grandes corporaciones sin regulación del Estado; también han señalado que todos estos desarrollos tienen sesgos de distintos tipos, que no dan el crédito correspondiente a las fuentes en que se basan y tampoco lo hacen al momento de entregar sus resultados. Éste es un asunto delicado, sobre todo porque en el campo educativo y académico el principio de honestidad intelectual, de transparencia y rendición de cuentas debe seguirse con rigor.

¿Qué hacer al respecto? La salida es incursionar en usos críticos de estas tecnologías desde diferentes marcos de análisis. No es una coincidencia que la tecnología digital que en este momento tiene maravillada a gran parte del mundo se haya desarrollado paralelamente a la consolidación del libre mercado y la diseminación del neoliberalismo. Una de las virtudes de esta tecnología, desde el punto de vista comercial, es su potencial para transformar en bienes de consumo asuntos íntimos: el gusto por ciertos colores y sonidos; los miedos y preocupaciones, las enfermedades, las necesidades de descanso y de disfrute, para transformarlos vía algoritmos y devolverlos procesados como

contenidos, productos, viajes, recetas de cocina o estilos de vida. No parece ser una exageración que estamos ante el riesgo de vivir grandes procesos de privatización de la subjetividad, de los sueños y las aspiraciones. Por éstas y otras razones, en este 2023 distintas organizaciones de todo el mundo han promovido la firma de tratados y acuerdos para impulsar las buenas prácticas en materia de IA. El Consenso de Beijing de 2019 sobre IA y educación intentó anticipar ciertos hechos y prácticas para dirigirlos en bien de la humanidad desde la educación (UNESCO, 2019). Parte de las ideas que aquí se han expuesto tratan de problematizar algo de lo señalado en aquel Consenso.

Al respecto, en unos años se estará evaluando la consecución de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) fijados para el 2030. Ese conjunto de propósitos de alcance global suscrito por decenas de países, impulsado por numerosas organizaciones académicas, civiles y comunitarias tenía entre sus metas incrementar el bienestar, la calidad de la educación, reducir el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente y reducir las desigualdades. La pandemia y las reacciones de los gobiernos frente a ella puso en riesgo gran parte de la consecución de dichos objetivos. Las agendas de crecimiento para salir de la crisis parecen olvidar que la tecnología digital actual produce grandes volúmenes de contaminantes de distinto tipo y no es en sí misma sustentable.

Desde el punto de vista teórico, algunos de los giros de los últimos años son útiles para discutir algunos de los impactos de la IA. Tal es el ejemplo del giro afectivo, el cual ha puesto énfasis en cómo se construye la afectividad en la vida cotidiana, desde el orden de la política hasta el de la educación. El giro espacial ha mostrado que nociones como espacio y territorio no se reducen a esos lugares físicos comunes y cotidianos. De hecho, la educación experimenta un fantástico giro espacial al descentrar y relocalizar un conjunto de procesos que antes ocurría de manera preferentemente síncrona y presencial. El hecho de que muchísimas actividades de formación se desarrollen en línea, de forma virtual o asíncrona a través de plataformas y correos electrónicos, a través de video clases y de sesiones de entrenamiento, son un ejemplo patente.

Este artículo ha intentado argumentar conceptualmente que la relación entre IA y educación está mediada por la forma en que los usuarios construyen significados, aspiraciones y marcos de interacción entre los objetos tecnológicos, la subjetividad y los procesos educativos, en el presente y en el futuro, y que el acceso a la tecnología y la forma en que se usa en el campo educativo se basa en prácticas heterogéneas de intensidad variable, situadas en tiempos y espacios que no necesariamente están sustentados por algún tipo de conocimiento detallado de dicha tecnología. Las comunidades educativas no han usado la tecnología sin referentes conceptuales o culturales, por el contrario, siempre se relacionan con ella a través de expectativas, esperanzas, miedos e interés. En este gran proceso, las políticas educativas han sido poco consistentes, y en muchos casos irrelevantes.

Entre las consecuencias lógicas de todo lo expuesto está que la investigación educativa necesita desarrollar nuevas líneas de investigación que permitan esclarecer las condiciones sociales, culturales, políticas, identitarias

y hasta afectivas en que se usa la tecnología actualmente. En una época en que el interculturalismo, el feminismo y los estudios sobre la sustentabilidad, por mencionar algunos, han aportado tantos elementos para entender la realidad contemporánea, la discusión y el desarrollo de la IA debe nutrirse de esos referentes. Ciertamente es necesaria una acción gubernamental mucho más sistemática y organizada, en clave de acción pública en diálogo con diferentes actores. Las instituciones educativas, y en particular las instituciones de educación superior y de investigación científica básica y aplicada, deben involucrarse también en este gran escenario del desarrollo de la inteligencia artificial. De otra manera, habremos de resignarnos a que los grandes avances y usos de la IA sigan siendo organizados por empresas transnacionales que rara vez rinden cuentas o transparentan sus decisiones. El discurso de la IA es heterogéneo, rico, seductor. Sus significantes atraviesan prácticas y dan paso a expectativas en el presente y en el futuro; intentar entender esto a través de nociones como competencias digitales o certificaciones en materia de desarrollo o uso es insuficiente; por ello, es necesario abordar el tema con toda la complejidad que la época contemporánea exige.

REFERENCIAS

- ANUIES (2004), *Estudio sobre el uso de las tecnologías de comunicación e información para la virtualización de la educación superior en México*, México, ANUIES.
- ÁVILA, Diego y Maricarmen Cantú (2017), “Medición del uso pedagógico de las TIC en una universidad privada de Colombia”, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 73, núm. 2, pp. 71-86.
- CHEN Lijia, Chen Pingping y Lin Zijhian (2020), “Artificial Intelligence in Education: A review”, *IEEE Access*, vol. 8, pp. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- CLARO, Magdalena (2010), *Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes*, Santiago de Chile, CEPAL.
- DELORS, Edgar (coord.) (1996), *La educación encierra un tesoro*, Madrid, Santillana/UNESCO.
- Enciclopedia Británica* (2023), “Artificial Intelligence”, en: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> (consulta: 15 de agosto de 2023).
- FAURE, Edgar (coord.) (1973), *Aprender a ser. La educación del futuro*, Milán/París, Alianza/UNESCO.
- FOUCAULT, Michel (2006), *Seguridad, territorio, población*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- GRANJA, Josefina (2004), *Métodos, aparatos y máquinas para la enseñanza de México en el siglo XIX. Imaginarios y saberes populares*, Barcelona/México, Ediciones Pomares.
- GREER, Jim y Mary Mark (2016), “Evaluation Methods for Intelligent Tutoring Systems Revisited”, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 26, núm. 1, pp. 387-392. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0043-2>
- GROSS, Begoña (1992), “La inteligencia artificial y su aplicación en la enseñanza”, *Comunicación, Lengua y Educación*, vol. 4, núm. 13, pp. 73-80.
- HOLMES, Wayne, Kaska Porayska-Pomsta, Ken Holstein, Emma Sutherland, Toby Baker, Simon Buckingham Shum, Olga C. Santos, Mercedes T. Rodrigo, Mutlu Cukurova, Ig Ibert Bittencourt y Kenneth R. Koedinger (2021), “Ethics of AI in Education: Towards a community-wide framework”, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 32, núm. 3, pp. 504-526. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- JOUËT, Josiane y Sylvie Coudray (1993), *Las nuevas tecnologías de comunicación: orientaciones de la investigación*, París, UNESCO.

- JOURNELL, Wayne (2007), "The Inequities of the Digital Divide: Is e-learning a solution?", *E-Learning*, vol. 2, núm. 4, pp. 138-149.
- KRISCAUTZKY, Marina y Emilia Ferreiro (2018), "Evaluar la confiabilidad de la información en Internet: cómo enfrentan el reto los nuevos lectores de 9 a 12 años", *Perfiles Educativos*, vol. 40, núm. 159, pp. 16-34. DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2018.159.58306>
- LACLAU, Ernesto (1993), *Nuevas reflexiones sobre la revolución de nuestro tiempo*, Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.
- LACLAU, Ernesto (2014), *Los fundamentos retóricos de la sociedad*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- LIZARAZO, Diego, Mauricio Andión, Gregorio Hernández, Daniel González, Ernesto Treviño y Marco Millán (2013), *Símbolos digitales. Representaciones de las TIC en la comunidad escolar*, México, Siglo XXI Editores/UAM.
- MALITZA, Mircea (1989), *The Introduction of the New Information Technologies in Higher Education*, París, UNESCO.
- MARTIN, Brent, Antonija Mitrovic, Kenneth Koedinger y Santosh Mathan (2011), "Evaluating and Improving Adaptive Educational Systems with Learning Curves", *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 21, pp. 249-283.
- MCCARTHY, John (2007), "What is Artificial Intelligence", en: <http://www-formal.stanford.edu/https.443.g3.ipv6.lbq.gov.cn/jmc/whatisai.pdf> (consulta: 15 de agosto de 2023).
- MORENO Padilla, Raúl (2019), "La llegada de la inteligencia artificial a la educación", *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, vol. 7, núm. 14, pp. 260-270.
- NANCY, Jean-Luc (2006), *Ser singular plural*, Madrid, Arena Libros.
- OCDE (1988), *New Technologies in the 1990s: A socioeconomic strategy*, París, OECD.
- OCDE (2003), *Los desafíos de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación*, Madrid, Ministerio de Educación y Deporte/OCDE.
- PEDRAZA, Norma, Gabriela Farias, Jesús Lavín y Aldo Torres (2013), "Las competencias docentes en TIC en las áreas de negocios y contaduría. Un estudio exploratorio en la educación superior", *Perfiles Educativos*, vol. 35, núm. 139, pp. 8-24. DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2013.139.35708>
- RANCIÈRE, Jaques (2005), *El maestro ignorante. Cinco lecciones de emancipación intelectual*, Barcelona, Laertes.
- RENZ, André, Swathi Krishnaraja y Elisa Gronau (2020), "Demystification of Artificial Intelligence in Education – How Much AI Is Really in the Educational Technology?", *International Journal of Learning Analytics and Artificial Intelligence for Education (ijAI)*, vol. 2, núm. 1, pp. 14-30. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijai.v2i1.12675>
- RIVAS, Axel, Nicolás Buchbinder e Ignacio Barrenechea (2023), *El futuro de la inteligencia artificial en educación en América Latina*, España, ProFuturo/OEI.
- ROUSE, Margaret (2023), "What Does Artificial Intelligence (AI) Mean?", en: <https://www.techopedia.com/definition/190/artificial-intelligence-ai> (consulta: 15 de agosto de 2023).
- SABOURIN, Jennifer L., Lucy R. Shores, Bradford W. Mott y James C. Lester (2013), "Understanding and Predicting Student Self-Regulated Learning Strategies in Game-Based Learning Environments", *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 23, núms. 1-4, pp. 94-114. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40593-013-0004-6>
- SILVIO, José (1989), *Informatics and Higher Education in the Latin America and the Caribbean. International Congress on Education and Informatics: Strengthening international cooperation*, París, UNESCO-CRESAL.
- SIMONDON, Gibert (2007), *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Buenos Aires, Prometeo Libros Editorial.
- UNESCO (1996), *Conferencia internacional de educación*, Ginebra, UNESCO.
- UNESCO (2002), *Information and Communication Technology in Education: A curriculum for schools and programme of teacher development*, París, UNESCO.
- UNESCO (2019), *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*, París, UNESCO.
- VALLE, Ana y Marco Jiménez (2021), *Innovación educativa entre tecnología y cultura*, México, Fides editoriales.

Más preguntas que respuestas

La inteligencia artificial y la educación

JANNETH TREJO-QUINTANA*

En este ensayo se exploran algunas ideas para reflexionar sobre la irrupción de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. La aparición de esta tecnología ha suscitado asombro, desconcierto, fascinación, incluso miedo por su capacidad de imitar algunas actividades “exclusivas” de los seres humanos; de ahí la necesidad de analizarla como un fenómeno tecnosocial. Si bien el desarrollo de la inteligencia artificial tiene algunas décadas, su uso masivo recién comienza y, con ello, los debates en torno a las implicaciones y consecuencias que tendrá en la educación, específicamente la inteligencia artificial generativa. En este contexto, es necesario adoptar una postura prudente, lo que implica expresar cualquier punto de vista con la cautelosa frase “hasta este momento”, ya que a medida que adquirimos más conocimiento, nos surgen más interrogantes.

Palabras clave

Inteligencia artificial
Inteligencia artificial generativa
Educación
Agentes educativos
Escuela

DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61690>

* Investigadora del Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (IISUE) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (México). Doctora en Ciencia Social con especialidad en Sociología. Líneas de investigación: alfabetización mediática, informacional y digital; políticas de inclusión de tecnología en la educación; participación política de jóvenes. Publicaciones recientes: (2023), “Agrégame al grupo de *guats*. WhatsApp como vehículo de interacción entre profesorado y estudiantado durante la pandemia”, en Hugo Casanova Cardiel y Janneth Trejo Quintana (coords.), *La década COVID en México: los desafíos de la pandemia desde las ciencias sociales y las humanidades*, tomo 10: *Educación, conocimiento e innovación*, México, IISUE, pp. 33-72; (2022, en coautoría con R.O. Espinoza), “La precariedad en los programas de inclusión de tecnología en la educación básica en México en el siglo XXI”, *Foro de Educación*, vol. 20, núm. 2. DOI: <https://doi.org/10.14516/fde.1010>. CE: jtrejoquintana@politicas.unam.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7701-6938>

¿DE QUÉ ESTÁ HECHO EL FUTURO?

La diversidad de respuestas a esta pregunta puede ser inimaginable. Aunque, quizás, al contrario, la mayoría compartimos las mismas expectativas. Si nos guiamos por las películas, series, libros de ficción y otros productos culturales que alimentan el imaginario colectivo, nuestro futuro está hecho de carros voladores, cibernéticos (*cyborgs*), casas cápsula y profesores robots.

En el escenario de la cuarta revolución industrial presenciamos la abrumadora irrupción de las tecnologías digitales. Como parte de este mismo contexto, observamos el extraordinario desarrollo de la inteligencia artificial (IA). Sin duda, estamos frente al desarrollo de una tecnología disruptiva. La IA —como fenómeno tecnosocial— está provocando un cambio significativo en la dinámica económica global, en los sistemas de organización y gestión industrial, en las dinámicas de poder, en los paradigmas culturales y el ethos social.

Al respecto, existe un debate sobre la pertinencia de incorporar las tecnologías digitales y, ahora, la inteligencia artificial, a la escuela. Países como Finlandia, Francia, Suecia, China y Holanda manifiestan ciertas reticencias respecto al empleo excesivo de la tecnología en la educación. Aunque son naciones que se caracterizan por contar con sistemas educativos de vanguardia, mantienen un enfoque pedagógico tradicional y han optado por limitar el uso del teléfono móvil y de tabletas dentro del salón de clases (Del Hoyo, 2023; Pérez, 2023; Beland y Murphy, 2015; Cifuentes, 2023).

Por otro lado, países como Estados Unidos, Suiza, Japón, Reino Unido, Singapur y Austria, entre otros, están fomentando activamente la integración de tecnologías digitales —incluida la IA— en entornos educativos, si bien, en algunos casos, la decisión se delega a las autoridades locales o a las propias instituciones educativas. Uno de los principales argumentos a favor de incorporar las tecnologías digitales en las aulas es que puede promover la innovación y la creatividad en la enseñanza, con la meta de mejorar la calidad de la educación y preparar mejor a los estudiantes para los desafíos del futuro (OECD, 2018, 2021; UNESCO, 2019, 2022; Hamid, 2023; Maslej *et al.*, 2023).

En materia de integración de tecnologías digitales en la educación, los países de América Latina presentan posturas que tienen puntos en común con las de otras naciones, pero también matices distintivos derivados de sus contextos particulares. La disponibilidad de recursos, el acceso a Internet, la infraestructura tecnológica y las políticas educativas específicas son factores fundamentales para plantear cada postura. En términos generales, también los países de la región han mostrado un creciente interés por adoptar tecnologías digitales en el ámbito educativo porque pueden ayudar a mejorar la calidad de la educación (UNESCO, 2022; Rivas *et al.*, 2023).

Esta idea ha sido ampliamente promovida por organismos internacionales que proponen diseñar programas y planificar la integración de tecnologías digitales en el aula, lo que requeriría de la formación de docentes en esta materia, el uso de plataformas y recursos educativos en línea, así como el desarrollo de investigación y evaluación de tecnología educativa

(ver páginas web de UNESCO, OEI, Comisión Europea, OECD, BID).¹ Aun así, el debate sobre los beneficios de incluir tecnologías digitales en las acciones pedagógicas sigue abierto.

El presente texto aborda, en términos generales, el tema de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. Cabe destacar que, aunque se hace referencia a la IA en su conjunto, se reconoce que en el entorno educativo la inteligencia artificial generativa (IAG) es, por ser ampliamente utilizada, el modelo típico. La decisión de emplear el término inteligencia artificial de manera genérica responde al propósito de plantear reflexiones generales que, eventualmente, se puedan profundizar. Así, el objetivo de este ensayo es plantear algunas preguntas para incitar a la reflexión, pero, sobre todo, a la realización de estudios que permitan dar respuesta a éstas y muchas otras preguntas.

¿ESPERANZA O TEMOR ANTE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

Cotidianamente convivimos con asistentes virtuales como Siri, Alexa o Cortana; motores de búsqueda como Google, Bing o Safari; redes sociodigitales como Facebook, Tik Tok e Instagram; y sistemas de recomendación y consumo de productos audiovisuales y sonoros como Netflix, YouTube y Spotify, entre otros. Sin embargo, la aparición de plataformas que funcionan como asistentes virtuales que pueden responder preguntas, brindar información y mantener conversaciones utilizando un lenguaje natural —las denominadas como inteligencia artificial generativa— ha dado pie a una mezcla de expectativa, desconcierto, perplejidad e incertidumbre. Un ejemplo que destaca es la plataforma ChatGPT, que es un modelo de lenguaje basado en inteligencia artificial desarrollado por la empresa OpenAI.

Aunque, ChatGPT es la plataforma más popular, existen otras como Perplexity, Claude y Elicit, por mencionar sólo a algunas. Estas innovaciones tecnológicas han generado suspicacias, desconfianza y hasta temor. El avance de la IAG ha suscitado una sensación de incertidumbre y falta de control entre los seres humanos. Nuestra tendencia natural a temer a lo desconocido y lo impredecible puede conducir a una resistencia al cambio.

En la década de los noventa Anthony Giddens (1998) señalaba que la modernidad trae consigo nuevos riesgos y peligros globales, lo que inevitablemente genera ansiedad y temor en las personas. Para complementar esta idea recordemos que George Herbert Mead (1973) sostenía que, entre otros estados emocionales, el miedo afecta la interacción social y la construcción del “yo”. En definitiva, la incertidumbre acerca del futuro y, al mismo tiempo, la conciencia sobre los riesgos que existen en la sociedad contemporánea pueden afectar la vida social, política y personal de los sujetos.

¹ UNESCO: http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201908/W020190828311234688933.pdf <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602/PDF/380602eng.pdf.multi>; Profuturo y OEI: <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/publicaciones/el-futuro-de-la-inteligencia-artificial-en-educacion-en-america-latina>; Comisión Europea: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5cb8eece3-e888-11e8-b690-01aa75ed71a1/language-en>; OECD: <https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/Education-and-AI-preparing-for-the-future-AI-Attitudes-and-Values.pdf> [https://one.oecd.org/document/EDU/EDPC\(2023\)11/en/pdf](https://one.oecd.org/document/EDU/EDPC(2023)11/en/pdf) (consulta: 23 de octubre de 2023).

Para Scolari (2023: s/p), es evidente que “la IA es una tecnología disruptiva que transforma los cimientos de la cultura y el trabajo humanos”. Esto es así porque prácticamente cada aspecto de nuestra vida está tocado por los algoritmos. Actualmente, los algoritmos de aprendizaje intervienen en la toma de decisiones individuales: nos orientan para llegar a un lugar; ordenan nuestras disposiciones para ver una película o escuchar alguna novedad musical; nos recomiendan qué cosas comprar; incluso nos ayudan a encontrar pareja.

Los algoritmos también están presentes en las decisiones macroestructurales: en la formulación de políticas públicas; en el diseño de los sistemas para brindar información a la ciudadanía; en el análisis de datos para orientar las acciones en salud, educación, comercio, producción y consumo de bienes y servicios; para analizar las tasas de empleo y el nivel de inseguridad; así como para diseñar campañas políticas. Desde luego, los algoritmos son imprescindibles para la toma de decisiones de las grandes empresas trasnacionales.

Siendo así, frente a la creciente presencia de los algoritmos en nuestra vida cotidiana, surge la idea de que las máquinas eventualmente dominarán el mundo, aunque para muchos, esta preocupación parece ser prematura. Lo que sí parece inminente es que la inteligencia artificial continuará su progreso y, por ende, penetrará en todos los aspectos de nuestra vida personal y social. Ya se observa que, independientemente de las posturas individuales, “al igual que la tecnología de redes, la IA es omnipresente y afecta a todas las disciplinas y profesionales” (Scolari, 2023: s/p). Algunos expertos enfatizan que, más que temer el alcance de la IA, “debemos abrazar y aprovechar al máximo los beneficios que esta tecnología ofrece y dismantelar los mitos y fobias que la rodean” (García-Peña *et al.*, 2020: 651).

¿LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL REEMPLAZARÁ AL PROFESORADO?

Como se ha señalado previamente, las tecnologías han ocasionado transformaciones significativas en prácticamente todos los ámbitos de nuestra vida. En el siglo XX, la integración de las computadoras, que facilitaron cálculos complejos y la automatización de tareas repetitivas y, adicionalmente, la aparición de Internet y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han revolucionado las formas de producción, las interacciones sociales y el acceso a la información.

El tránsito de la era predigital a la era de la inteligencia artificial ha implicado cambios en el estatuto epistemológico de las sociedades, lo cual ha modificado también la ética y la estética social. Los grandes saltos tecnológicos no sólo han prefigurado los empleos y los procesos de producción de bienes, sino también han generado cambios en los hábitos y comportamientos sociales e individuales. Baste ver cómo se han modificado nuestras actividades diarias desde que nos beneficiamos de un teléfono inteligente. Esto debe tenerse en cuenta, pues las modificaciones que reconocemos (y las que no, también) dictan y, al mismo tiempo, “impactan en la forma en

que se producen, ofrecen y utilizan los recursos digitales” o cualquier otra tecnología (Silva *et al.*, 2022: 303).

Siguiendo esta idea, en el ámbito educativo se vislumbra una inquietante posibilidad: la eventual desaparición del papel del profesorado. En este contexto, algunos especialistas mencionan —a manera de ejemplo— el caso de Garry Kasparov, campeón mundial de ajedrez, quien en 1997 perdió una partida contra el superordenador Deep Blue, creado por IBM. Para muchos, este evento representó una prueba contundente de la existencia de una inteligencia que superaba a la humana.

La anécdota cuenta que —después de la frustración y la sorpresa— Kasparov reconoció que las máquinas podrían ganar partidas de ajedrez a los humanos, pero aseguró que éstas no podrían jugar como lo hacen los humanos. Más allá de la veracidad de la anécdota, busco enfatizar que las máquinas carecen de atributos humanos fundamentales: el pensamiento crítico, el sentido común, la creatividad y la empatía. En ese sentido, el desasosiego del profesorado se tendría que reducir al saber que sus capacidades de interacción social, emocionales, comunicativas y motivacionales son insustituibles.

Para eliminar o, por lo menos, mitigar la visión distópica que plantea la sustitución de los seres humanos por máquinas, es crucial que las personas que estudian esta temática analicen los procesos de producción, desarrollo e implicaciones del uso de la IA en las aulas escolares. En esta tarea, el rol de los docentes no sólo es relevante, sino que resulta indispensable y urgente.

La legítima aspiración de que las tecnologías digitales —incluida la IA— se integren a la escuela enfrenta varios obstáculos que tienen que ver no sólo con la viabilidad financiera, sino también con el nivel de formación y de capacitación, así como con el desarrollo de habilidades y competencias de los distintos agentes educativos (docentes, estudiantado, autoridades). Se prevé que la IA inducirá cambios importantes en la forma de concebir, organizar y ejercer la enseñanza (Silva *et al.*, 2022: 301).

Ante esta situación, las personas expertas en el tema están elaborando andamiajes teóricos que aspiran a ser útiles para comprender la “vida física” embebida en la “vida digital”:

Un análisis filosófico de lo que se da en el ciberespacio yendo hacia una hermenéutica de textos y significados que versan sobre la realidad investigada y la forma de ser del ser humano con la computadora, los medios y las redes de manera ubicua, retrata una necesidad de buscar una comprensión de la realidad que tiene lugar en este espacio virtual (Silva *et al.*, 2022: 285).

Así que, lo queramos o no, “la IA modelará nuestra forma de percibir, pensar y darle un sentido y actuar en el mundo” (Scolari, 2023: s/p). Por ello, ante la popularización de plataformas de inteligencia artificial generativa (como el ChatGPT), lo mejor que la comunidad docente y académica puede hacer es mantenerse distante de las visiones catastrofistas, así como de las demasiado optimistas. Es decir, de aquéllas que los medios de comunicación (predigitales y digitales) suelen divulgar.

¿CÓMO ES EL SISTEMA EDUCATIVO AL QUE ASPIRAMOS PARA LAS PRÓXIMAS DÉCADAS?

El sistema educativo ideal no existe. Uso esta verdad de perogrullo para subrayar que un sistema educativo deseable es aquél que proporciona condiciones como acceso universal, flexibilidad y personalización; el que está enfocado al desarrollo de habilidades críticas y se apoya en una evaluación significativa y no numérica; el que es viable financieramente; el que se vincula con la comunidad; y, desde luego, el que es de calidad. El aprovechamiento de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje formaría parte de ese ideal.

En el sentido de la idea anterior, Carlos Scolari advierte que

...es obligatorio conocer la historia oficial de la IA para poder comenzar a indagar y reconstruir sus otras historias (en el fondo, no deja de ser un problema educativo: hay que elaborar buenos “planes de estudio” para las IA y supervisar sus procesos de aprendizaje) (Scolari, 2023: s/p).

Algunas personas expertas subrayan que la IA puede ayudar a alcanzar las prioridades educativas de manera eficiente, a gran escala y a menores costos. Al mismo tiempo, es imprescindible señalar la necesidad de considerar los riesgos, las consecuencias no deseadas o inesperadas de la IA en la educación. Ambos señalamientos conviven, pero una perspectiva dicotómica conduciría a una visión simplista y fragmentada. Lo deseable es construir una mirada holística, realista, reflexiva y profunda.

El Departamento de Educación de los Estados Unidos considera “imperativo abordar la IA en la educación para aprovechar las oportunidades clave, prevenir y mitigar los riesgos emergentes y abordar las consecuencias no deseadas” (U.S. Department of Education, 2023: 3). Desde 2019, el “Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación” recomendó algunas medidas para trabajar en las oportunidades y los desafíos que presenta la inteligencia artificial en el ámbito de la educación (UNESCO, 2019a):

- Planificar la IA en las políticas educativas.
- Estar al servicio de la gestión y la impartición de la educación.
- Apoyar a la docencia y a los docentes.
- Apoyar el aprendizaje y la evaluación del aprendizaje.
- Apoyar en el desarrollo de los valores y de las competencias necesarias para la vida y el trabajo.
- Ofrecer oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
- Uso equitativo e inclusivo, con equidad de género.
- Uso ético, transparente, verificable de los datos y algoritmos educativos.
- Propiciar el seguimiento, evaluación e investigación sobre IA.

En este planteamiento, el profesorado es el núcleo. A este agente se le confiere gran parte de la responsabilidad de cuidar la adecuada aplicación

de la IA en el aula (De la Horrá, 2023). En esa medida, se ratifica que el profesorado es indispensable en todo proceso de integración de innovaciones educativas de cualquier orden; y eso incluye a la IA.

Como sabemos, la tecnología no es neutra... ni gratuita. En primer lugar, porque su generación conlleva sesgos; es decir, la generación de aplicaciones de IA es permeable a tendencias o a una inclinación sistémica en el pensamiento o en la toma de decisiones por parte de los diseñadores y programadores. Las innovaciones tecnológicas creadas por personas —con preferencias, prejuicios, disposiciones y creencias— están inevitablemente impregnadas de sus sesgos. Por esta razón, es necesario examinar de qué información están hechas y cómo funcionan las plataformas o aplicaciones de IA.

En entrevista, a propósito del ChatGPT, Mauricio Jacobo, ingeniero especialista en inteligencia artificial, afirmó que:

...el problema no es la herramienta, sino que la humanizamos demasiado. Entre el *marketing* y la desinformación están creando mucho miedo y fe al mismo tiempo. Se le están agregando atributos humanos a un sistema que se basa en la probabilidad de las palabras en una selección de textos (entrevistado por Maguey, 2023b: s/p).

En segundo lugar, la tecnología no es gratuita porque representa —incluso aquélla que apoya la enseñanza— un buen negocio para las empresas. Vivimos en el capitalismo de las plataformas, así que el costo que tiene la incorporación de las innovaciones en las escuelas se paga con dinero o con datos personales:

...las plataformas digitales de Google en educación se sostienen como nuevos espacios de innovación que están generando relaciones rentistas de los datos anidando otras *apps* a sus términos de uso, produciendo un aumento de la gobernanza en el sector educativo y operando bajo nuevas tensiones entre la competencia y el monopolio en los mercados de educación digital (Saura *et al.*, 2021: 121).

Sin duda, la IA es producto del desarrollo de algoritmos cada vez más sofisticados. Con la programación se simulan procesos de la mente humana, como aprender y responder a consultas o preguntas con un lenguaje natural. Es difícil creer que este desarrollo ha tenido una evolución altruista; se trata, más bien, de la inversión de grandes empresas de tecnología a lo largo de varias décadas, pero con mayor fuerza en las últimas dos. De hecho, la actual efervescencia de la IA se considera parte de la guerra de las plataformas (Scolari, 2023).

Se estima que, en las próximas décadas, el mercado tecnológico crecerá sobre la base de las múltiples aplicaciones de IA. En este contexto, es pertinente tener cautela con “la innovación en la práctica educativa y en la formación docente que lidera Google a través de sus plataformas digitales [y que] se vende bajo un relato de innovación tecno-educativa” (Saura *et al.*, 2021: 121).

¿CÓMO DETERMINAR EL GRADO DE PARTICIPACIÓN DE LA IA EN LA EDUCACIÓN?

En el entendido de que la innovación tecnológica transforma los cimientos de la cultura, el trabajo humano y todos los ámbitos de nuestras vidas, es de la mayor importancia establecer un marco legal que determine los límites y reduzca las consecuencias no deseadas de la inclusión de la IA en las aulas. En el contexto de la pandemia se halló evidencia que indica que “Classroom opera reconfigurando nuevos mecanismos de control en educación a través de códigos, datos y algoritmos que generan unas prácticas educativas programadas y predeterminadas” (Saura *et al.*, 2021: 121). Así, la indiscutible e inevitable presencia de la IA en nuestra cotidianidad nos convoca a diseñar políticas públicas pertinentes. En educación, por obvio que parezca, es necesario advertir que el diseño de políticas debe centrarse en las personas, y no en las máquinas.

La incorporación de la IA en el ámbito educativo plantea desafíos y oportunidades; de ahí que las políticas públicas jueguen un papel crucial en la determinación de los usos éticos y efectivos de la herramienta. Al respecto, la recomendación del Departamento de Educación de Estados Unidos (2023) es que el modelo de IA se alinee con la visión de aprendizaje del profesorado. Organismos como la UNESCO (2019a; 2019b; 2022) han esbozado algunas líneas para el diseño de políticas educativas.

En primer lugar, las políticas deben asegurar que el acceso a las tecnologías de IA y la educación digital sean equitativas para todo el estudiantado, independientemente de su contexto individual y social. En segundo lugar, se deben impulsar programas de capacitación para docentes en el uso de herramientas y tecnologías basadas en la IA en el aula. En tercer lugar, deben abordar cómo se evaluará y medirá el impacto de la IA, pues el objetivo es que cualquier implementación tecnológica ayude a mejorar el aprendizaje del estudiantado. En cuarto lugar, se necesita impulsar la inversión en infraestructura tecnológica y conectividad en las instituciones educativas. En quinto, es esencial que las políticas públicas aborden cuestiones éticas y de privacidad relacionadas con la recopilación y el uso de los datos de los y las estudiantes. Las acciones gubernamentales deben garantizar que los datos recolectados por las empresas tecnológicas se utilicen de manera segura y se protejan los derechos y la privacidad del estudiantado. Finalmente, es crucial que haya políticas que fomenten la investigación y el desarrollo de herramientas y recursos educativos basados en IA que apoyen el proceso de aprendizaje desde todos sus ángulos.

Las regulaciones y las acciones gubernamentales siempre van detrás de los fenómenos sociales, sobre todo cuando se trata de innovaciones disruptivas. La generación de acciones gubernamentales relacionadas con la IA en la educación es potestad de cada país; por lo tanto, como suele pasar, es de esperarse que las naciones con mayor inversión y adopción tecnológica —los países de alto ingreso— sean los primeros en legislar y trazar políticas educativas que consideren a la IA como un elemento concurrente en la escuela.

En una entrevista, el ingeniero Jesús Savage recuerda que cuando “aparecieron los automóviles no existían reglamentos... hasta que empezaron los choques se hizo un reglamento. Aquí será el mismo proceso: se debe tener un reglamento. No es la herramienta, sino el uso que se le da...” (entrevistado por Maguey, 2023b: s/p). En el mismo tenor, Scolari (2023: s/p) considera que “estos procesos deberían estar sometidos a un control estricto, como si se tratara de medicamentos o vacunas”.

Por otro lado, es indispensable considerar que la inclusión de IA en los salones de clases no debe ser obvia y obligatoria. Es decir, debe haber un espacio para evaluar los beneficios *versus* los riesgos. El principal argumento que se esgrime para justificar la inclusión de esta tecnología en el aula es que el estudiantado debe estar preparado para insertarse al ámbito laboral contemporáneo y para contrarrestar el aumento de las desigualdades en el acceso y uso de los avances tecnológicos. Sin embargo, es necesaria una visión crítica ante esta situación, pues las grandes empresas de tecnología están generando “relatos solucionistas” para defender la idea de que la transformación educativa necesita del uso de la tecnología digital (Saura *et al.*, 2021).

Como mencioné al principio, la evidencia empírica sobre los beneficios de incluir tecnologías digitales en la educación no es contundente; hay investigaciones cuyas conclusiones no necesariamente van en ese sentido. En tanto ampliamos y profundizamos los conocimientos sobre las consecuencias de la IA en la educación, no sólo hay que reconocer los beneficios que trae consigo su incorporación, sino también hay que conceder que, como apunta el doctor Luis Pineda, “siempre existe el riesgo de que los contenidos se utilicen de manera dolosa, con fines no éticos o motivados por intereses particulares, ya sean económicos o políticos. Tenemos que estar al tanto de ese riesgo potencial” (entrevistado por Maguey, 2023a: s/p).

Por su lado, Akgun y Greenhow (2022: 435) señalan que “...la agencia de las personas disminuye a medida que los sistemas de IA reducen el pensamiento introspectivo e independiente”. Así que, en el análisis de este fenómeno tecno-social resulta indispensable reflexionar sobre la agencia de las personas.

¿QUÉ LUGAR TIENE LA AGENCIA DE LOS SUJETOS EN LA FORMULACIÓN DE UNA ESTRATEGIA EDUCATIVA QUE INCORPORE LA IA?

De acuerdo con Anthony Giddens (1998), la agencia refiere a la capacidad de los actores sociales para actuar de manera consciente y reflexiva. Para este autor, la agencia implica reflexividad sobre las opciones y alternativas disponibles; no es simplemente una respuesta automática a las estructuras sociales y a las normas culturales existentes. En la teoría de la estructuración de Giddens —debe subrayarse— la agencia y la estructura son conceptos interrelacionados. Si bien la agencia es la capacidad que tienen los individuos para influir en las estructuras sociales, también es necesario advertir que las estructuras sociales proporcionan el marco en el que los actores operan y toman decisiones.

Según la postura de este autor, los distintos agentes educativos tienen la capacidad y el poder de tomar decisiones conscientes y ejercer su voluntad, aunque siempre está acotada por las estructuras sociales en las que se desenvuelven. Es deseable que, en los procesos de inclusión de tecnologías, como la IA, participen las personas directamente involucradas: docentes, estudiantes, personal directivo, padres y madres de familia, etc. Sin embargo, es cierto que una consulta de este tipo suele ser compleja, primero, porque la comunidad educativa es enorme y, segundo, porque no es realmente posible considerar todas las posturas de manera exhaustiva.

Es importante reconocer que el grado de participación de los agentes educativos en las decisiones sobre la incorporación de la IA en la educación está relacionado con las propuestas de las grandes empresas tecnológicas, así como con las posturas y decisiones de quienes se encargan de formular las políticas públicas, ya que estas personas, con frecuencia, están alineadas a los intereses económicos de las empresas. En ese sentido, se ha encontrado que “el rentismo que genera Google está promoviendo nuevas relaciones de dependencia con una industria educativa global que está transformando las agendas educativas globales” (Saura *et al.*, 2021: 122).

Por esta razón, entre otras, los algoritmos no deben ocultarse; es necesario comprender las operaciones de la plataforma de IA que se está utilizando. Esto implica conocer cómo “toma las decisiones” o proporciona recomendaciones, así como qué datos recolecta y utiliza (Scolari, 2023).²

Transparentar los modelos algorítmicos es indispensable dado que los sesgos disminuyen la equidad y, al contrario, pueden exacerbar la discriminación. En ese sentido, las tecnologías actuales, su masificación y popularización conllevan grandes problemas de privacidad, vigilancia, autonomía y prejuicios, por mencionar algunos (Akgun y Greenhow, 2022). Ante este panorama, Pablo Pruneda Gross, académico de la UNAM, considera que la IA “se debe regular, entre otras cosas, porque debe protegerse la imagen y la intimidad de toda la población, pero con particular énfasis entre las infancias” (entrevistado por Frías, 2023: s/p).

¿CUÁLES SON LOS MECANISMOS PARA GARANTIZAR EL USO ÉTICO, EQUITATIVO Y SEGURO DE LA IA EN LA ESCUELA?

Ahora más que nunca, el tema de la ética en el uso de las tecnologías digitales se encuentra en el centro de la discusión.

El informe del índice de IA de 2023 del Instituto de Stanford para la IA centrada en el ser humano ha documentado una notable aceleración de la inversión en IA, así como un aumento de la investigación sobre ética, incluidas cuestiones de equidad y transparencia (U.S. Department of Education, 2023: 3).

² El Departamento de Educación de Estados Unidos llama *explainability* a esta práctica de transparencia.

No obstante, para mitigar los efectos negativos o no deseados de la IA es indispensable no sólo hacer informes y tratados, sino diseñar acciones concretas dentro de las escuelas y las aulas.

Sin duda, la alfabetización mediática e informacional —particularmente la digital— puede ser un gran apoyo en esta tarea. Hace más de dos décadas que especialistas de todo el mundo se han abocado a analizar diferentes aristas del uso de las tecnologías digitales en el ámbito educativo y formativo. Existe abundante literatura que examina “el rol de los medios de comunicación [análogos y digitales] en la educación, [y] su impacto sobre el aprendizaje y la comunicación entre estudiantes y profesores” (Akgun y Greenhow, 2022: 434).

Específicamente, la alfabetización digital se propone desarrollar competencias y habilidades en el ámbito técnico, en la búsqueda de información, en la adaptación al ecosistema mediático actual, en lo referente a la seguridad y privacidad, en la creación de contenido propio, así como en la promoción de la ciudadanía digital. En este momento, la alfabetización digital también incluye el conocimiento y análisis de los usos, las implicaciones y las posibles consecuencias de la irrupción de la IA en el ámbito educativo. La formación de niños, niñas, adolescentes y jóvenes en la utilización de tecnologías digitales e IA es impostergable.

Desde el punto de vista de las ciencias sociales, el estudio de la IA convoca a que los y las investigadoras analicen esta temática —y otros asuntos relacionados— como un fenómeno tecnosocial y tecnopedagógico. Sin duda, el estudio sobre la presencia y el uso de esta herramienta en la escuela ha propiciado nuevas preguntas para la investigación educativa. Dado el auge de la inteligencia artificial generativa se requiere examinar no sólo las ventajas y desventajas, sino los alcances y los efectos en los procesos cognitivos, el desarrollo del pensamiento crítico, los procesos de construcción de la identidad, la capacidad de gestión de inconvenientes, las modalidades de evaluación, la creatividad, la dependencia tecnológica, así como la disposición para trabajar en conjunto y la experiencia y necesidad del pensamiento lento.

A MANERA DE CIERRE

En este ensayo —como ha quedado de manifiesto— no hay respuestas a las preguntas que aquí mismo se plantearon, sólo algunas reflexiones y propuestas analíticas. Cualquier conclusión podría quedar obsoleta en cualquier instante. Por ello, el análisis sobre las repercusiones de la IA, sobre todo de la generativa, en educación, debe construirse con la humildad ante lo desconocido y la apertura para reformular ideas ante nuevos hallazgos. Lo que hoy nos asombra, mañana podría ser insuficiente.

En ese sentido, y regresando a la pregunta inicial, el futuro está hecho de las expectativas sobre la expansión de nuestras capacidades y el logro de su externalización. El futuro de la investigación en ciencias sociales está hecho del interés por dar cuenta de las formas en que materializamos los distintos sistemas de representación en torno a la programación de algoritmos

complejos. El futuro de la investigación educativa está hecho de preguntas sobre la supervivencia de la escuela, el rol del profesorado, el proceso de enseñanza, los procesos cognitivos, la socialización y los fenómenos socioculturales que involucren a cualquiera de los agentes educativos.

Es un hecho que la inteligencia artificial va más allá de las computadoras y que está destinada a tener una presencia aún mayor en nuestra vida diaria en los próximos años. Las capacidades de la IA superan con creces la inteligencia no humana conocida hasta ahora. Todo indica que las aplicaciones cotidianas de la IA, tanto en dispositivos físicos como en *softwares* y plataformas digitales, seguirán en aumento y formarán parte integral de nuestra realidad. Los rápidos avances en modelos de aprendizaje automático y procesamiento de lenguaje natural harán que interactuemos regularmente con diversas manifestaciones de inteligencia no humana. Esta integración de la IA en múltiples ámbitos obliga a reflexionar sobre cómo queremos que estas tecnologías impacten nuestras vidas.

REFERENCIAS

- AKGUN, Selin y Christine Greenhow (2022), “Artificial Intelligence in Education: Addressing ethical challenges in K12 settings”, *AI Ethics*, vol. 2, pp. 431-440. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>
- BELAND, Louis-Philippe y Richard Murphy (2015), “III Communication: Technology, Distraction & Student performance”, London School of Economics and Political Science, CEP Discussion Paper No 1350(45), en: <https://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1350.pdf> (consulta: 14 de agosto de 2023).
- CIFUENTES, Pamela (2023, mayo), “Países que han prohibido el uso de los teléfonos celulares en las escuelas. Francia, Alemania (Bavaria), Italia y China”, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN, Asesoría Técnica Parlamentaria, pp. 1-12, en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/34247/1/BCN_Uso_de_celulares_colegios__2023FINAL.pdf (consulta: 11 de agosto de 2023)
- DE LA HORRÁ Villacé, Ibán (2023), “Trabajando en el aula con asistentes virtuales, *chatbots* e IA generativa”, *Nueva Educación Latinoamericana*, núm. 13, pp. 14-26.
- DEL HOYO, Nerea (2023, 5 de julio), “Europa refuerza su lucha por la ‘desintoxicación digital’: la larga lista de países que prohíben los móviles en centros educativos”, *Antena3*, en: https://www.antena3.com/noticias/mundo/europa-refuerza-lucha-desintoxicacion-digital-larga-lista-paises-que-prohiben-moviles-centros-educativos_2023070564a5934141e06200017ac426.html (consulta: 14 de agosto de 2023).
- FRÍAS, Leonardo (2023, 11 de mayo), “Avanza irrupción de la inteligencia artificial generativa”, *Gaceta UNAM*, núm. 5384, en: <https://www.gaceta.unam.mx/avanza-irrupcion-de-la-inteligencia-artificial-generativa/> (consulta: 10 de agosto de 2023).
- GARCÍA-Peña, Víctor René, Alex Bladimir Mora-Marcillo y Jhonny Antonio Ávila-Ramírez (2020), “La inteligencia artificial en la educación”, *Domio de las Ciencias*, vol. 6, núm. 3, pp. 648-666.
- GIDDENS, Anthony (1998), *Modernidad e identidad del yo: el yo y la sociedad en la época contemporánea*, Barcelona, Península.
- HAMID, Jai (2023, 22 de junio), “Japan is Using Generative AI in Schools”, *Cryptopolitan*, en: <https://www.cryptopolitan.com/japan-is-using-generative-ai-in-schools/> (consulta: 23 de octubre de 2023).

- MAGUEY, Hugo (2023a, 11 de mayo), “Contra la IA, intereses económicos”, *Gaceta UNAM*, núm. 5384, en: <https://www.gaceta.unam.mx/contr-la-ia-intereses-economicos/> (consulta: 28 de julio de 2023).
- MAGUEY, Hugo (2023b, 11 de mayo), “Regular, no suprimir”, *Gaceta UNAM*, núm. 5384, en: <https://www.gaceta.unam.mx/regular-no-suprimir/> (consulta: 28 de julio de 2023).
- MASLEJ, Nestor, Loredana Fattorini, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Katrina Liggett, Terah Lyons, James Manyika, Helen Ngo, Juan Carlos Niebles, Vanessa Parli, Yoav Shoham, Russell Wald, Jack Clark y Raymond Perrault (2023), *The AI Index 2023 Annual Report*, AI Index Steering Committee, Stanford, Stanford University-Institute for Human-Centered AI, en: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf (consulta: 23 de octubre de 2023).
- MEAD, George H. (1973), *Espíritu, persona y sociedad. Desde el punto de vista del conductismo social*, Barcelona, Grupo Planeta.
- OECD (2018), “Education and AI: Preparing for the future & AI, Attitudes and Values”, 8° Informal Working Group (IWG Meeting), OECD Conference Centre, París, 29-31 de octubre de 2018, en: <https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/Education-and-AI-preparing-for-the-future-AI-Attitudes-and-Values.pdf> (consulta: 23 de octubre de 2023).
- OECD (2021), *Pushing the Frontiers with AI, Blockchain and Robots*, París, OECD Publishing, DOI: <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- OECD (2023), “Generative AI in the Classroom: From hype to reality?”, Launch meeting of the Schools+ Network, Bolonia, 22-23 de mayo de 2023, en: [https://one.oecd.org/document/EDU/EDPC\(2023\)11/en/pdf](https://one.oecd.org/document/EDU/EDPC(2023)11/en/pdf) (consulta: 23 de octubre de 2023).
- PÉREZ, Enrique (2023, 5 de julio), “La prohibición del móvil en clase se extiende por Europa. En España seguimos sin consenso”, *Xataka*, en: <https://www.xataka.com/otros/prohibicion-movil-clase-se-extiende-europa-ahora-holanda-espana-seguimos-consenso> (consulta: 22 de octubre de 2023).
- RIVAS, Axel, Nicolás Buchbinder e Ignacio Barrenechea (2023), *El futuro de la inteligencia artificial en educación en América Latina*, ProFuturo/OEI, en: <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/publicaciones/el-futuro-de-la-inteligencia-artificial-en-educacion-en-america-latina> (consulta: 23 de octubre de 2023).
- SAURA, Geo, Javier Enrique Díez-Gutiérrez y Pablo Rivera-Vargas (2021), “Innovación tecno-educativa ‘Google’. Plataformas digitales, datos y formación docente”, *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, vol. 19, núm. 4, pp. 111-124. DOI: <https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.007>
- SCOLARI, Carlos (2023, 14 de mayo), “10 tesis sobre la IA”, *Hipermediaciones*, en: <https://hipermediaciones.com/2023/05/14/10-tesis-sobre-la-ia/#comments> (consulta: 28 de julio de 2023).
- SILVA, Sonia de Souza, Fabiola Martins Stavny y Marco Aurélio Kalinke (2022), “La inteligencia artificial en el contexto de la educación: el análisis de sus avances a partir de perspectivas teórico-filosóficas y de procesos educativos”, *Paradigma*, vol. 43, núm. 2, pp. 282-306. DOI: <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2022.p282-306.id1227>
- UNESCO (2019a), “Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación”, documento final de la Conferencia Internacional sobre la Inteligencia Artificial y la Educación “Planificación de la educación en la era de la inteligencia artificial: dirigir los avances”, 16-18 de mayo de 2019, Beijing, en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303/PDF/368303qaa.pdf.multi> (consulta: 28 de julio de 2023).
- UNESCO (2019b), “Artificial Intelligence in Education: Challenges and opportunities for sustainable development”, París, UNESCO-Working Papers on Education Policy.
- UNESCO (2022), *K-12 AI Curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula*, París, UNESCO, en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602/PDF/380602eng.pdf.multi> (consulta: 28 de julio de 2023).
- U.S. Department of Education-Office of Educational Technology (2023), “Artificial Intelligence and Future of Teaching and Learning: Insights and recommendations”, Washington, DC, U.S. Department of Education.

Convivir con inteligencias artificiales en la educación superior

Retos y estrategias

MAURICIO ANDIÓN GAMBOA*

DIANA IRENE CÁRDENAS PRESA**

En este ensayo se exploran las implicaciones del uso de las inteligencias artificiales generativas (IAG) en la educación superior, con especial atención a cuatro retos principales, siete estrategias y diversas herramientas necesarias para aprovechar esta tecnología en la docencia y la investigación. Adicionalmente, se plantea la necesidad de promover la alfabetización digital en el campo de la educación superior, en sus modalidades informática y multimedial, como una estrategia clave para convivir con las IAG, aprender a usarlas de manera apropiada y contribuir a la formación de ciudadanía en esta nueva fase de la era digital. Al final se concluye con que uno de los fines de la educación superior sería adaptarse a estos nuevos tiempos y, en consecuencia, aprender a usar las IAG de forma apropiada en la educación, el ejercicio profesional y de la ciudadanía.

Palabras clave

Inteligencia artificial
Educación superior
Docencia
Alfabetización digital
Ciudadanía

DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61691>

* Profesor-investigador titular del Departamento de Educación y Comunicación (DEC) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco (UAMX) (México). Doctor en Filosofía con especialidad en Educación y Comunicación. Línea de investigación: educación y cultura digital. Publicaciones recientes: (2021, coord. con D. Lizarazo y E. Andión), *Horizontes digitales. Rupturas e interrogaciones en la reconfiguración sociodigital contemporánea*, México, UAMX; (2019), *Universidad nodo. Modelo para la formación de comunicadores en la era digital*, México, UAMX. CE: mandion@correo.xoc.uam.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5813-3100>

** Estudiante de la Maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación (DEPLAED) de la División de Ciencias Sociales y Humanidades (DCSH) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco (UAMX) (México). Especialista en Diseño y desarrollo de productos y servicios de inteligencia artificial. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7005-2524>

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, nos encontramos inmersos en el surgimiento de una nueva fase de la era digital. Iniciada a partir de la revolución tecnológica digital durante las décadas de los años setenta y ochenta del siglo pasado, continuó con la emergencia de la Internet como nueva tecnología de comunicación en los años noventa y se consolidó durante los primeros años del siglo XXI como medio de comunicación masiva y como industria global derivada de la irrupción de la Internet 2.0 y las redes socio-digitales en el campo mediático.

En su momento las TIC fueron tecnologías disruptivas; posteriormente, su apropiación por parte de las sociedades modernas propició el estallamiento de la tercera revolución industrial, enmarcada históricamente en un sistema económico capitalista-financiero basado en la producción, distribución, circulación y consumo masivo de información. Ahora, con la emergencia de nuevas tecnologías derivadas de los campos de las ciencias de la computación, la informática, la robótica, la Internet 3.0, la genómica y, en particular, con los avances de la inteligencia artificial (IA), recién comenzamos a experimentar la detonación de una cuarta revolución industrial.

De acuerdo con el discurso de las élites económicas mundiales (Schwab, 2016), esta nueva revolución industrial se distingue de las anteriores por la velocidad con la que está ocurriendo, ya que su evolución se está dando a un ritmo exponencial. A la vez, se caracteriza por su amplitud y profundidad, pues si bien se funda en los aportes de la revolución digital, integra nuevas tecnologías emergentes que están cambiando no sólo el qué y el cómo se hacen las cosas, sino la misma identidad del ser humano, lo cual nos está llevando a cuestionar quiénes somos como especie. Así mismo, esta revolución está transformando todos los sistemas de relaciones sociales, entre y dentro de los países, las organizaciones, las empresas y, general, en los mundos de vida social en los que habitamos e interactuamos los seres humanos.

En el caso de la IA como tecnología emergente, habría que decir que su origen puede rastrearse a las décadas de los años treinta y cuarenta del siglo pasado, con base, principalmente, en el trabajo del matemático británico Alan Turing. La IA nace con el propósito de responder afirmativamente a la pregunta de Turing: “¿son las máquinas capaces de pensar?”, y se plantea como propósito último replicar o simular el funcionamiento de la inteligencia humana en las máquinas.

Se trataba de una meta muy ambiciosa que planteaba —y continúa planteando— múltiples interrogantes y ha suscitado toda clase de debates éticos, políticos y técnicos, lo que hace difícil encontrar una definición única de inteligencia artificial. Como relata Tim Young en su texto “The Japan AI Experience...”, en 2017 el CEO de DataRobot propuso una definición actualizada con la que podríamos fijar un punto de partida. De acuerdo con su planteamiento, “la inteligencia artificial es un sistema informático capaz de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana... muchos de estos sistemas de IA se basan en el *machine learning*, otros en el *deep learning*” (Young, 2017: s/p).

Cuando se habla de *machine learning* se hace referencia a un conjunto de técnicas que dan a las máquinas la capacidad de aprender automáticamente un conjunto de reglas a partir de datos, a diferencia de la programación, que consiste en la ejecución de reglas predeterminadas. Por su parte, el *deep learning*, o aprendizaje profundo, es una técnica de aprendizaje automático basada en el modelo de red neuronal que es capaz de almacenar decenas o incluso cientos de capas de neuronas para aportar mayor complejidad al establecimiento de reglas.

La automatización de las labores humanas a partir del uso de las IA ha dado lugar a un campo tecnológico en el que se produce, distribuye, circula y consume una inmensa variedad de sistemas y modelos de IA; entre ellas están las inteligencias artificiales generativas (IAG), que pueden agruparse básicamente en tres tipos, de acuerdo a su función: como herramientas de consulta (*consultant*), como asistentes virtuales (*copilot*) y como agentes (*robot*) capaces de ejecutar tareas de forma automática y tomar decisiones basadas en algoritmos o protocolos, así como de procesar enormes cantidades de información existente y recolectada en el ciberespacio.

En los últimos años se ha desarrollado una herramienta llamada ChatGPT (*generative pre-trained transformer*) que utiliza la inteligencia artificial para generar respuestas y conversaciones en lenguaje natural. El ChatGPT-3, que es la tercera versión de este tipo de inteligencia artificial —conocida como procesamiento del lenguaje natural (PLN)— se enfoca en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano.

Hace unos cuantos meses salió al mercado el ChatGPT-4, que es el más reciente modelo de lenguaje preentrenado de OpenAI;¹ sus capacidades se vinculan con el lenguaje multimodal, ya que admite entradas de imágenes y texto, al tiempo que emite salidas únicamente de texto. Es capaz de realizar tareas como generación de texto en diferentes formatos y estilos, resúmenes, traducción, composición de canciones, respuestas a preguntas complejas y más. Para diciembre del año 2023, según la información disponible, OpenAI planea completar el entrenamiento de la red neuronal GPT-5 y con ello espera alcanzar la AGI (*artificial general intelligence*), que implica la capacidad de un programa para pensar y actuar como una persona.

Ante el avance vertiginoso en el desarrollo de esta tecnología digital, emergente en todo el mundo, no tenemos otra alternativa que adaptarnos y aprender a convivir con estas múltiples formas de IA, de tal manera que podamos aprovechar al máximo sus potencialidades, particularmente en el ámbito educativo.

En este momento, según fuentes de organismos internacionales, el uso de los distintos sistemas y modelos de IA ha demostrado tener un impacto muy significativo en diversos ámbitos de la sociedad, y la educación superior no es la excepción (Sabzalieva y Valentini, 2023). La integración de las IAG en la cultura, la educación incluida, plantea tanto posibilidades prometedoras como retos que deben ser abordados (UNESCO, 2018).

¹ OpenAI es una compañía de inteligencia artificial que ha lanzado versiones anteriores del modelo, como GPT (2018), GPT-2 (2019), GPT-3 (2020) y GPT-3.5 (2022), así como otra herramienta muy popular, el generador de imágenes DALL-E.

En este artículo exploraremos las implicaciones del uso de las IAG en la educación superior, con énfasis en cuatro principales retos que se observan en el horizonte; y se abordan algunas estrategias y herramientas necesarias para aprovechar de mejor forma esta tecnología. Al final se plantea la necesidad de promover la alfabetización digital en el campo de la educación superior, en sus modalidades informática y multimedial, como estrategia clave para convivir con las IAG, aprender a usarlas de manera apropiada y contribuir a la formación de ciudadanía para esta nueva fase de la era digital.

RETOS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR ANTE LA EMERGENCIA DE LAS IA GENERATIVAS

En este apartado revisaremos cuatro de los principales retos que implica la emergencia de las inteligencias artificiales generativas (IA) en el campo de la educación superior, lo cual plantea desafíos significativos que deben abordarse de manera efectiva para que pueda ofrecer beneficios (Göçen y Aydemir, 2020; Sabzalieva y Valentini, 2023). Más adelante presentaremos algunas estrategias y herramientas para enfrentar estos retos.

Exceso de información

En un mundo cada vez más interconectado, los estudiantes se enfrentan a una avalancha de información y las IA pueden ayudar a filtrar y organizar estos datos para brindarles contenido que se encuentra en tendencia. En este caso, la curaduría de información (Mosco, 2016) toma relevancia; consiste en realizar un filtrado crítico y ético de los recursos disponibles, e identificar aquéllos que son más pertinentes y significativos para el proceso de aprendizaje.

La curaduría de información va más allá de una simple recopilación de recursos, ya que implica evaluar la calidad, relevancia y actualidad de la información, así como considerar diferentes perspectivas y fuentes confiables (Juárez *et al.*, 2017). Ante herramientas de inteligencia artificial (Carrazana, 2014) que facilitan la información, como *Bard* o ChatGPT, se propone considerar los siguientes puntos:

- *Enseñanza explícita*: los docentes pueden incorporar la curaduría de información como parte del currículo, y para ello enseñar a los estudiantes estrategias para evaluar la calidad de la información, seleccionar recursos relevantes y organizarlos de manera efectiva (Avello *et al.*, 2014).
- *Herramientas y tecnologías*: existen diversas herramientas y plataformas tecnológicas que facilitan la curaduría de información, como agregadores de noticias (Flippboard, Mktfan), marcadores sociales (Reddit, Twitter), sistemas de gestión de contenidos (Endnote, Mendeley) y herramientas de anotación y organización (Notion, Evernote).
- *Colaboración y retroalimentación*: fomentar la colaboración entre estudiantes y docentes en la curaduría de información promueve el intercambio de conocimientos y perspectivas (Juárez *et al.*, 2017), así como la retroalimentación constructiva sobre las selecciones realizadas.

- *Evaluación continua*: es importante evaluar de manera continua y formativa la calidad de la curaduría de la información (Tammamaro *et al.*, 2017) realizada por los estudiantes, así como proporcionar orientación y retroalimentación para mejorar sus habilidades en este aspecto.

Una herramienta de IA que apoya en este proceso es *Iris AI*, una plataforma integral para la búsqueda inteligente con una amplia gama de filtros, análisis de listas de lectura, resúmenes autogenerados, así como extracción y sistematización autónoma de datos.

Escasez de contenidos apropiados y de alta calidad

Aunque la información está ampliamente disponible, es necesario asegurar la calidad y pertinencia de los contenidos aplicados a los objetivos educativos. Las IA pueden contribuir a desarrollar recursos educativos (Araujo y Bermúdez, 2009) adaptados y de alta calidad; nuevamente cabe mencionar al ChatGPT, un sistema de generación de lenguaje natural que puede crear información capaz de adaptarse a diferentes niveles y estilos de aprendizaje, sin embargo, esto no asegura la calidad de los datos que proporciona.

Debido a lo anterior, la colaboración de los profesionales de la educación, junto con los desarrolladores de IA (Yuniesky, 2021), permitiría la creación de materiales didácticos alineados con los objetivos educativos de la educación superior y de cada área profesional. Por ejemplo, la Universidad de Harvard anunció que está utilizando una herramienta de inteligencia artificial de ChatGPT para ayudar a impartir cursos de informática para principiantes y, al mismo tiempo, para reducir la carga laboral de los docentes. La herramienta de inteligencia artificial de nombre *CS50 Bot* se utilizará como parte de la clase introductoria de dicha universidad en el programa de Ciencias de la Computación como herramienta de apoyo para los estudiantes (Malan, 2023). La universidad afirma que no se trata de reducir el número de profesores, sino de potenciarlos y dejarles más tiempo para tareas más importantes (Bécares, 2023). Desde Harvard, el profesor David Malan reconoce que las IA tienen limitaciones y subraya la importancia del pensamiento crítico de los estudiantes cuando se enfrentan a contenidos generados por las IA; así mismo, enfatiza que los estudiantes deben ejercer su propio juicio a la hora de evaluar la información (Bécares, 2023).

Dislocamiento de la relación maestro-alumno

Como se mencionó en el apartado anterior mediante el ejemplo de Harvard, la introducción de la IA en el aula puede plantear interrogantes sobre el papel del profesor y la interacción con los estudiantes (Avendaño, 2023), es por ello que resulta esencial encontrar un equilibrio adecuado entre la enseñanza asistida por las IA generativas y la relación humana en el proceso educativo (Urretavizcaya, 2001).

En lugar de ver las IA como una amenaza, ésta debe ser considerada como una herramienta complementaria que puede potenciar la investigación, la enseñanza y el aprendizaje (Sánchez, 2023).

Por ejemplo, mediante el uso de *Wizdom.ai* los profesores pueden aprovechar las capacidades de las IA para analizar los desarrollos científicos y permitir la identificación de investigadores e instituciones de vanguardia para una posible colaboración que involucre a sus estudiantes.

Cabe resaltar que, en el aula presencial o virtual, los profesores desempeñan un papel activo en el diseño y la moderación de actividades colaborativas al fomentar el diálogo y el aprendizaje entre pares. Por lo tanto, aunque las IA puedan brindar miles de datos y retroalimentación instantánea, los profesores siguen siendo fundamentales para aportar tutoría y apoyo personalizado (Anaconda *et al.*, 2019).

Obsolescencia de los planes de estudio

Las IA pueden analizar grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes, como el mercado laboral, la industria y las tendencias tecnológicas (OECD, 2018); esto se logra debido al uso de algoritmos de aprendizaje automático, los cuales pueden identificar patrones y tendencias emergentes, así como proporcionar información valiosa sobre las habilidades y conocimientos más relevantes y demandados en el contexto actual (Somasundaram *et al.*, 2020). Por ejemplo, la orientación vocacional se vería impulsada por herramientas como *Careerdekho.ai*, la cual permite que los estudiantes escriban sus intereses clave y reciban sugerencias de carreras profesionales que podrían ser de su preferencia, incluyendo una descripción de las principales responsabilidades que se tendrían en el ámbito laboral.

En relación con lo anterior, los estudiantes deben estar capacitados para el trabajo, por lo tanto, dentro de los programas de estudio se debe considerar el aprendizaje basado en proyectos, ya que éste proporciona la oportunidad de aplicar conocimientos y habilidades en contextos reales para poder abordar las necesidades cambiantes del mercado laboral (Keiper, 2023). Esto permite una evaluación formativa y adaptativa donde los profesores (Georgina y Olson, 2008) y los estudiantes reciben información inmediata para mejorar el aprendizaje y ajustar los planes de estudio en consecuencia.

Es importante destacar que la actualización de los planes de estudio no debe basarse únicamente en las demandas actuales del mercado laboral, que de facto es incierto, sino que también debe considerar una educación integral que promueva habilidades críticas y una comprensión profunda. La colaboración entre expertos en educación, la industria laboral y los profesionales de la IA es esencial para garantizar una actualización efectiva y equilibrada de los planes de estudio.

ESTRATEGIAS PARA APROVECHAR EL POTENCIAL DE LAS IA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico

Las IA pueden ayudar también a los docentes a enseñar y promover habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes (Rüütman, 2019). Debido a lo anterior, la metacognición, es decir, la capacidad de reflexionar sobre el

propio proceso de aprendizaje es fundamental para contrarrestar la inmediatez y la memoria (Bergamaschi *et al.*, 2021).

Con las nuevas herramientas que se derivan del uso de las IA, los estudiantes pueden desarrollar y utilizar estrategias de estudio efectivas y personalizadas mediante el uso de aplicaciones de IA; además, pueden recibir orientación sobre cómo mejorar su memoria y retención de la información. Como surgencia, a continuación se enlistan tres recursos de apoyo para desarrollar estrategias didácticas:

- *Doctrina AI*, permite resumir notas de clase, redactar ensayos y diseñar lecciones interactivas.
- *SDK* es un kit de desarrollo de *software* que permite a las instituciones educativas y estudiantes integrar estas herramientas de IA en sus propios sistemas para así crear experiencias de aprendizaje mejoradas y personalizadas.
- *Quizgeko* mejora los hábitos de estudio y la memorización al generar automáticamente *flashcards*, cuestionarios y evaluaciones en línea.

Creación y promoción de carreras profesionales especializadas en el uso de IA

Las instituciones educativas pueden diseñar programas académicos especializados en el uso de las IA aplicadas a educación; estos programas podrían incluir cursos que cubran aspectos como aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural, ética de las IA, diseño de experiencia de usuario y gestión de proyectos educativos basados en IA.

Para ello, sería fundamental la existencia de oportunidades de realizar prácticas profesionales y pasantías en organizaciones educativas y empresas tecnológicas para que los estudiantes adquieran experiencia práctica en la aplicación de las IA en la educación. Estas experiencias les permitirían familiarizarse con las tendencias y los desafíos reales en el campo, así como fortalecer su perfil profesional y facilitar su transición al mercado laboral (OECD, 2021).

Además de las licenciaturas e ingenierías, las instituciones educativas y las organizaciones pueden proporcionar oportunidades de formación continua, como cursos en línea, talleres y conferencias, con el propósito de fomentar el desarrollo profesional de los especialistas en IA y educación (Krassadaki y Matsatsinis, 2023).

Así mismo, la integración de la IA en la educación ofrece oportunidades para la creación de nuevas empresas (Bessen, 2018) y *startups* especializadas en soluciones educativas basadas en IA; para ello, las instituciones educativas podrían colaborar con empresas para diseñar programas académicos alineados con las necesidades del mercado laboral, que abran oportunidades de empleo para los graduados.

Aprendizaje basado en proyectos de investigación integrados en programas docentes

La implementación de proyectos de investigación integrados a módulos en el currículo es una estrategia efectiva para fomentar el pensamiento crítico, la colaboración y el desarrollo de habilidades de creatividad y resolución de problemas en los estudiantes.

Esta metodología les brinda la oportunidad de aplicar la teoría en situaciones prácticas y con ello promueve una comprensión más profunda de los conceptos y una mayor motivación en el proceso de aprendizaje (Zhang *et al.*, 2021). Los docentes pueden utilizar rúbricas (Altamirano *et al.*, 2022) para evaluar la calidad de la investigación, la presentación de resultados, la colaboración en equipo y la reflexión crítica. Además, es importante valorar tanto el proceso de investigación como los productos finales, así como reconocer el esfuerzo y la creatividad de los estudiantes.

Por otro lado, el uso de herramientas como *Bit.ai* permite crear espacios de trabajo; el docente puede abrir aulas de trabajo con *chat* en vivo, así como crear documentos interactivos utilizando enlaces web visuales, presentaciones, videos, publicaciones en redes sociales y encuestas, todo ello con el fin de favorecer los proyectos de investigación.

Otra herramienta útil para el desarrollo de proyectos de investigación es, por ejemplo, *Wisio*, una plataforma impulsada por inteligencia artificial para la escritura científica que brinda sugerencias personalizadas para el texto y que traduce de cualquier idioma al inglés científico, además de que es capaz de buscar y hacer referencia instantáneamente a los últimos descubrimientos científicos.

Aprendizaje autogestivo con apoyo de las IA

El aprendizaje autogestivo es una metodología que se utiliza principalmente en cursos virtuales y que permite a los estudiantes asumir un papel más activo y autónomo en su proceso de aprendizaje (Coronado, 2002). Las IA pueden desempeñar un papel crucial al proporcionar recursos adaptados, retroalimentación instantánea y seguimiento personalizado para apoyar el aprendizaje autogestivo de los estudiantes (Ponce, 2015).

Es el caso de *Tutor AI*, una plataforma de aprendizaje impulsada por IA donde se puede ingresar cualquier tema para obtener varias opciones de aprendizaje relacionadas con él. Otro ejemplo es *Unschooler.me*, que permite interactuar y obtener comentarios. Literalmente, el estudiante puede hablar con videos, agregar cualquier información y enviar tareas para obtener comentarios.

Se debe hacer énfasis en que el aprendizaje autogestivo con apoyo de las IA no reemplaza la interacción humana y el papel del docente. Los profesores desempeñan un papel clave en guiar y motivar a los estudiantes, brindar apoyo emocional y promover habilidades de autorregulación; el papel que las IA podrá cumplir deberá complementar la enseñanza y el aprendizaje al proporcionar recursos personalizados y retroalimentación instantánea acerca del desempeño (Castrillón *et al.*, 2020).

Desarrollo de habilidades “blandas”

El desarrollo de habilidades “blandas”, también conocidas como habilidades socioemocionales o habilidades del siglo XXI, se ha vuelto cada vez más importante en el contexto de la IA y el futuro laboral. Estas habilidades, que incluyen la creatividad, la colaboración, la comunicación y el pensamiento crítico, conocidas como las 4-C, son fundamentales para que los estudiantes enfrenten los desafíos del mundo laboral en constante evolución (Romero González *et al.*, 2021).

Las IA pueden proporcionar casos de estudio en equipo y herramientas de simulación para enriquecer el aprendizaje; y los docentes pueden enseñar estrategias de comunicación oral y escrita, así como el desarrollo de las 4-C (Guerra-Báez, 2021). Además, el docente puede utilizar *To Teach AI* y *Teacherbot*, que permiten el desarrollo de planeaciones creativas y, con ello, impulsar las habilidades blandas de sus estudiantes mediante clases colaborativas.

Es fundamental destacar que el desarrollo de habilidades blandas no debe relegar la importancia de los conocimientos técnicos y académicos. Ambos aspectos son complementarios y se refuerzan mutuamente (Zhang, 2012). La integración efectiva de las habilidades blandas en el currículo enriquece la formación integral de los estudiantes; así mismo, los prepara para enfrentar los desafíos del futuro laboral y para adaptarse a un entorno en constante cambio.

Enseñanza mediante equipos y cuerpos docentes

La enseñanza mediante equipos y cuerpos docentes es una estrategia eficaz para fomentar el intercambio de conocimientos y perspectivas, en tanto que promueve un aprendizaje más enriquecedor y multidisciplinario. Al colaborar y trabajar en equipo, los profesores pueden combinar sus fortalezas y compartir experiencias y enfoques pedagógicos, así como ofrecer a los estudiantes una educación más integral y diversa.

Los equipos docentes (Sánchez *et al.*, 2021) deben tener tiempo y espacio para la planificación colaborativa. Durante estas reuniones, los profesores pueden discutir y diseñar enfoques pedagógicos, actividades y evaluaciones que fomenten el aprendizaje multidisciplinario y el desarrollo integral de los estudiantes. Existen herramientas colaborativas de IA para facilitar la planificación y la comunicación entre los miembros del equipo, por ejemplo, *Laxis*, *Magical*, *MeetGeek* y *Mem AI*.

Evaluación automatizada y cualitativa en la educación

La implementación de la evaluación automatizada mediante el uso de IA puede agilizar y mejorar los procesos de evaluación en la educación (Cabero *et al.*, 2017); sin embargo, es fundamental complementarla con una evaluación cualitativa que considere aspectos no cuantificables, como la comprensión profunda, la creatividad y la capacidad de análisis crítico (Sekeroglu *et al.*, 2019).

Las IA pueden analizar grandes cantidades de datos de evaluación para identificar patrones y tendencias. Esto permite identificar áreas de mejora, fortalezas y debilidades en el aprendizaje de los estudiantes, así como

generar informes y análisis personalizados (Capllonch y Buscà, 2017). Los docentes pueden utilizar estos datos para tomar decisiones informadas y adaptar su enseñanza.

LA ALFABETIZACIÓN DIGITAL COMO ESTRATEGIA PARA CONVIVIR CON LAS IA

Partimos del supuesto de que la alfabetización digital es una estrategia clave para poder convivir con las IA en contextos educativos, particularmente en las universidades e instituciones de educación superior, ya que, independientemente de lo incierto que se prevea el futuro del mercado laboral y la aceleración con la que transcurra el cambio tecnológico y la producción de conocimientos, lo cierto es que hemos ingresado a una nueva fase de la era digital, lo que implica que habrá que adaptarse a nuevas formas de relacionarnos, trabajar, comunicar, educar y, en general, de vivir en sociedad (Andión, 2021).

En su sentido restringido, la alfabetización digital proporciona a los estudiantes y docentes las habilidades necesarias para utilizar las tecnologías de la información y la comunicación, incluyendo las IA, de manera efectiva (Georgina y Olson, 2008); este aprendizaje debería permitirles aprovechar apropiadamente las herramientas y recursos digitales disponibles en el entorno educativo, al facilitar la adquisición y el intercambio de conocimientos.

En un sentido más amplio, la alfabetización digital también permitiría a los estudiantes y docentes acceder a una amplia gama de información y recursos educativos en línea (Carpenter, 2020). A través de las IA, pueden encontrar y utilizar contenido relevante y actualizado, mejorar su investigación y obtener diferentes perspectivas sobre un tema determinado. Los estudiantes pueden trabajar juntos en proyectos, discutir ideas y compartir recursos, lo que promueve un aprendizaje activo y colaborativo (Sailer *et al.*, 2021).

No obstante, a pesar de las ventajas que en primera instancia pudiera traer la aplicación de esta estrategia educativa, desde ciertas perspectivas se argumenta que la alfabetización digital podría, eventualmente, acentuar la brecha digital existente (Gómez *et al.*, 2018), ya que no todos los estudiantes y docentes tienen igual acceso a la tecnología y la conectividad. Aquéllos que carecen de recursos digitales adecuados podrían quedar rezagados y enfrentar desventajas en su educación; con ello se exacerbarían las desigualdades sociales y se limitarían las oportunidades de aprendizaje para ciertos grupos de estudiantes. También se ha afirmado que la alfabetización digital podría llevar a una dependencia excesiva respecto de la tecnología, lo que podría tener impactos negativos en el desarrollo de habilidades sociales, el pensamiento crítico y la resolución de problemas fuera del entorno digital (L'Ecuyer, 2015; Shiohira, 2021); y que una dependencia excesiva de las IA puede limitar la autonomía y la capacidad de toma de decisiones independientes de los estudiantes, ya que al confiar en exceso en las respuestas y sugerencias automatizadas, esto podría traer como consecuencia el decaimiento de la inteligencia humana.

Lo cierto es que, precisamente por los riesgos que puede implicar el mal uso de la tecnología digital y las IA, el diseño, planeación e implementación de los programas de alfabetización digital adquieren una mayor relevancia como una estrategia educativa. Sin embargo, este tipo de programas no puede limitarse a la capacitación técnica, sino que se requiere contar con un fundamento ético que oriente sus objetivos, como sería, por ejemplo, la formación de ciudadanía digital (Andión, 2020).

En este caso, si los programas de alfabetización digital logran despertar en las nuevas generaciones la curiosidad por el conocimiento y por saber cómo se produce, así como a aprender a aprender por sí mismas; si, aprovechando las ventajas y servicios que proporcionan las TIC y las IA se logra, a través de estos programas, desarrollar en las nuevas generaciones la creatividad, el pensamiento crítico, la capacidad de colaborar en redes y comunicar —a través de múltiples lenguajes y medios— lo que piensan y sienten, entonces, la inteligencia humana podría seguir desarrollándose, creciendo y manifestándose en formas impredecibles.

La idea básica sería fomentar el diseño, la planeación e implementación de programas de alfabetización digital, en sus modalidades informática y multimedial, a nivel universitario, como ejes transversales de las funciones sustantivas de docencia, investigación y servicio, e implementarlos con el objetivo de saber qué son y cómo funcionan las TIC y las IA; entender el sentido de sus secuelas sociales, mediáticas, empresariales y corporativas y, consecuentemente, comprender, en sus distintas dimensiones y planos, sus implicaciones éticas, políticas, económicas, sociales, culturales y educativas.

CONCLUSIÓN

El uso apropiado de las IA en la educación superior presenta tanto retos como oportunidades. A lo largo de este artículo hemos explorado diferentes soluciones para abordar estos desafíos y aprovechar el potencial de las distintas herramientas que ofrecen las IA en el ámbito educativo.

Hemos reflexionado sobre la importancia de la alfabetización digital como una estrategia clave para enfrentar los retos y aprovechar las ventajas de las IA en la educación. La alfabetización digital se vería como una suerte de “multialfabetización” que permitiría a los estudiantes y docentes utilizar las IA de manera eficaz y responsable, así como promover el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad y la comprensión de las implicaciones éticas y sociales de la tecnología.

Además, hemos explorado soluciones como el currículo por proyectos de investigación integrados a módulos, la enseñanza mediante equipos y cuerpos docentes, el desarrollo de nuevas carreras profesionales, el fomento del aprendizaje autogestivo, el desarrollo de habilidades blandas (4-C), la evaluación automatizada y cualitativa, y la actualización constante de los planes de estudio.

Estas estrategias buscan adaptar la educación a las necesidades cambiantes de la sociedad y del mercado laboral y preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos que se despliegan en el horizonte. No obstante,

es fundamental destacar que la aplicación exitosa de las IA en la educación requiere un equilibrio adecuado entre la tecnología y la interacción humana. Aunque las IA pueden proporcionar recursos y herramientas poderosas, el papel del docente como facilitador del aprendizaje y la relación maestro-alumno son elementos esenciales que no deben ser sustituidos. La colaboración, la comunicación y el enfoque en el desarrollo integral de los estudiantes son aspectos clave para garantizar una educación de calidad en el contexto de estas tecnologías digitales emergentes.

Para concluir podemos decir que la integración de las IA en la educación superior tiene el potencial de transformar y mejorar la experiencia educativa; sin embargo, es fundamental abordar los retos y aprovechar las oportunidades de manera inteligente, ética y práctica. La alfabetización digital, junto con las estrategias y herramientas analizadas, pueden ser un pilar fundamental para garantizar que el uso de IA en la educación sea el apropiado y contribuya al mejoramiento de la formación universitaria.

REFERENCIAS

- ALTAMIRANO, Sandra G., Alma Lilia Méndez y María Bertha Rojas (2022), “Beneficios del uso de la rúbrica en la enseñanza-aprendizaje del diseño”, *Zincografía*, vol. 6, núm. 11, pp. 228-244. DOI: <https://doi.org/10.32870/zcr.v6i11.136>
- ANACONA, J., E. Millán y C. Gómez (2019), “Aplicación de los metaversos y la realidad virtual en la enseñanza”, *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 13, núm. 25, pp. 59-67. DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.4015>
- ANDIÓN, Mauricio (2020), *Universidad nodo: modelo para la formación de comunicadores en la era digital*, México, UAMX.
- ANDIÓN, Mauricio (2021), “El sentido de la educación en la era digital”, en Diego Lizarazo, Mauricio Andión y Eduardo Andión, *Horizontes digitales: rupturas e interrogaciones en la reconfiguración socio-digital contemporánea*, México, Gedisa/UAMX. pp. 147-170.
- ARAUJO, Dory y José Bermúdez (2009), “Limitaciones de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación universitaria”, *Horizontes Educativos*, vol. 14, núm. 1, pp. 9-24.
- AVELLO, Raidel, Raúl López, Silvia Vázquez y John Granados (2014), “El docente y la curación de contenidos”, ponencia presentada en el VIII Congreso de Investigación, Innovación y Gestión Educativas, Monterrey, Tecnológico de Monterrey, campus Monterrey, 26 y 27 de mayo de 2014. DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.5008.7368>
- AVENDAÑO, Hugo (2023, 24 de abril), “¿Cómo cambiará el rol de los docentes con la inteligencia artificial?”, *El Universal*, Suplemento de Educación Superior, en: <https://www.uic.mx/en-los-medios/2023/04/29/como-cambiara-el-rol-de-los-docentes-con-la-inteligencia-artificial/> (consulta: 23 de julio de 2023).
- BÉCARES, Bárbara (2023), “Harvard es la mejor universidad del mundo. Usará una IA como ChatGPT para enseñar informática”, MSN, en: <https://www.msn.com/es-es/noticias/tecnologia/harvard-es-la-mejor-universidad-del-mundo-usar%C3%A1-una-ia-como-chatgpt-para-ense%C3%B1ar-inform%C3%A1tica/ar-AA1drVAQ> (consulta: 23 de julio de 2023).
- BERGAMASCHI Ganapini, Marianna, Francesco Fabiano, Murray Campbell, Lior Horvath, Jon Lenchner, Andrea Loreggia, Nicholas Mattei, Francesca Rossi, Biplav Srivastava y Kristen Brent Venable (2021), “Thinking Fast and Slow in AI: The Role of Metacognition” (preprint), Ithaca, Cornell University. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.01834>

- BESSEN, James (2018), "AI and Jobs: The role of demand", *Working Paper Series*, núm. 24235, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts. DOI: <https://doi.org/10.3386/w24235>
- CABERO, Julio, Bárbara Fernández y Verónica Marín (2017), "Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario", *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 20, núm. 2. DOI: <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17245>
- CAPLLONCH, Marta y Francesc Buscà (2017), "La evaluación formativa como innovación. Experiencias en una facultad de formación del profesorado", *Psychology, Society, & Education*, vol. 4, núm. 1, en: <https://www.researchgate.net/publication/318746633> (consulta: 23 de julio de 2023).
- CARPENTER, Jeffrey P., Joshua M. Rosenberg, Tonia A. Dousay, Enilda Romero-Hall, Torrey Trust, Aaron Kessler, Michael Phillips, Scott A. Morrison, Christian Fischer y Daniel G. Krutka (2020), "What should Teacher Educators Know about Technology? Perspectives and self-assessments", *Teaching and Teacher Education*, vol. 95. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103124>
- CARRAZANA, Edisnel (2014), "La inteligencia artificial y su incidencia en el proceso de búsqueda y recuperación de la información", Trabajo final, Universidad de La Habana.
- CASTRILLÓN, Omar, William Sarache y Santiago Ruiz-Herrera (2020), "Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial", *Formación Universitaria*, vol. 13, núm. 1, pp. 93-102. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-50062020000100093>
- CORONADO, René (2002), *Mitos y ritos del aprendizaje autogestivo en la educación a distancia*, Guadalajara, UNIVA.
- GEORGINA, David A. y Myrna R. Olson (2008), "Integration of Technology in Higher Education: A review of faculty self-perceptions", *The Internet and Higher Education*, vol. 11, núm. 1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2007.11.002>
- GÖÇEN, Ahmet y Fatih Aydemir (2020), "Artificial Intelligence in Education and Schools", *Research on Education and Media*, vol. 12, núm. 1, pp. 13-21. DOI: <https://doi.org/10.2478/rem-2020-0003>
- GÓMEZ, Dulce Angélica, Raúl A. Alvarado, Marlen Martínez y Christian Díaz de León (2018), "La brecha digital: una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio en México", *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, vol. 6, núm. 16, en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/edsc/v6n16/2007-7610-edsc-6-16-47.pdf> (consulta: 23 de julio de 2023).
- GUERRA-BÁEZ, Sandra Patricia (2019), "Una revisión panorámica al entrenamiento de las habilidades blandas en estudiantes universitarios", *Psicología Escolar e Educativa*, vol. 23. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-35392019016464>
- JUÁREZ Popoca, Diana, Carlos Arturo Torres Gastelú y Luz Edith Herrera Díaz (2017), "Las posibilidades educativas de la curación de contenidos: una revisión de literatura", *Apertura*, vol. 9, núm. 2, pp. 116-131. DOI: <https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.1046>
- KEIPER, Margaret C. (2023), "ChatGPT in Practice: Increasing event planning efficiency through artificial intelligence", *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, vol. 33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2023.100454>
- KRASSADAKI, Evangelia y Nicolaos Matsatsinis (2023), "Career Options and Necessary Technical Skills in AI", en Elias Carayannis y Evangelos Grigoroudis (eds.), *Handbook of Research on Artificial Intelligence, Innovation and Entrepreneurship*, Elgar Online. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781839106750.00035>
- L'ECUYER, Catherine (2015), *Educación en la realidad*, Barcelona, Plataforma Editorial.
- MALAN, David (2023), "CS50's Introduction to Computer Science", *This is CS50*, Harvard Education, en: <https://cs50.harvard.edu/x/2023/> (consulta: 23 de julio de 2023).
- MOSCO, Alejandra (2016), "Sobre la curaduría y su papel en la divulgación", *Intervención*, vol. 7, núm. 13, pp. 74-79, en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-249X2016000100074&lng=es&tlng=es (consulta: 18 de julio de 2023).
- OECD (2018), "Future of Education and Skills 2030: Curriculum analysis", en: <https://www.oecd.org/education/2030-project/curriculum-analysis/> (consulta: 23 de julio de 2023).

- OECD (2021), “Artificial Intelligence and Employment. New evidence from occupations most exposed to AI”, en: <https://www.oecd.org/future-of-work/reports-and-data/AI-Employment-brief-2021.pdf> (consulta: 23 de julio de 2023).
- PONCE, María Enriqueta (2016), “La autogestión para el aprendizaje en estudiantes de ambientes mediados por tecnología”, *Diálogos sobre Educación. Temas Actuales en Investigación Educativa*, vol. 7, núm. 12, pp. 1-23.
- ROMERO González, Jenny Andrea, Irina Nicole Granados, Sandra Lucía López Clavijo y Glenny María González Ruiz (2021), “Habilidades blandas en el contexto universitario y laboral: revisión documental”, *Inclusión y Desarrollo*, vol. 8, núm. 2, pp. 113-127. DOI: <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.8.2.2021.2749>
- RÜTMANN, Tiia (2019), “Development of Critical Thinking and Reflection”, en Michael E. Auer y Thrasyvoulos Tsiatsos (eds.), *The Challenges of the Digital Transformation in Education*, Bangkok (Tailandia), International Conference on Interactive Collaborative Learning, 25 al 28 de septiembre de 2019, pp. 895-906. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-11935-5_85
- SABZALIEVA, Emma y Arianna Valentini (2023), *ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: guía de inicio rápido*, Caracas, UNESCO-IESALC.
- SAILER, Michael, Florian Schultz-Pernice y Frank Fischer (2021), “Contextual Facilitators for Learning Activities Involving Technology in Higher Education: The Cb-model”, *Computers in Human Behavior*, vol. 121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106794>
- SÁNCHEZ, Boris (2023), “La inteligencia artificial y la educación: de herramienta a co-creación”, Cali, Eduteka-ICESI.
- SÁNCHEZ, Víctor, Joaquín Navarro y Leobardo A. Rosas (2021), “Aplicaciones de la inteligencia artificial en educación: un panorama para docentes y estudiantes”, ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de Investigación Educativa, México, COMIE.
- SCHWAB, Klaus (2016), *La cuarta revolución industrial*, México, Debate.
- SEKEROGLU, Boran, Kamil Dimililer y Kubra Tuncal (2019), “La inteligencia artificial en educación: aplicación en la evaluación del desempeño del alumno”, *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, año 7, núm. 1. DOI: <https://doi.org/10.46377/dilemas.v28i1.1594>
- SHIOHIRA, Kelly (2021), *Understanding the Impact of Artificial Intelligence on Skills Development*, Bonn, UNESCO-UNEVOC.
- SOMASUNDARAM, M., P. Latha y S.A. Saravana Pandian (2020), “Curriculum Design Using Artificial Intelligence (AI) Back Propagation Method”, *Procedia Computer Science*, vol. 172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.020>
- TAMMARO, Anna Maria, Krystyna K. Matusiak, Frank A. Sposito, Ana Pervan y Vittore Casarosa (2017), “Understanding Roles and Responsibilities of Data Curators: An international perspective”, *Libellarium: časopis Za istraživanja U području Informacijskih I Srodnih Znanosti*, vol. 9, núm. 2, pp. 39-47. DOI: <https://doi.org/10.15291/libellarium.v9i2.286>
- UNESCO (2018), “Inteligencia artificial: promesas y amenazas”, *Correo de la UNESCO*, núm. 3, en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265211_spa (consulta: 23 de julio de 2023).
- URRETAVIZCAYA L., Maite (2001), “Sistemas inteligentes en el ámbito de la educación. Inteligencia artificial”, *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, vol. 5, núm. 12, pp. 5-12.
- YOUNG, Tim (2017, 17 de noviembre), “The Japan AI Experience and why Japan is the Fastest Growing Adopter of AI”, *DataRobot*, en: <https://www.datarobot.com/blog/datarobotjapan-ai-experience-why-japan-is-fastest-growing-adopter-of-ai> (consulta: 23 de julio de 2023).
- YUNIESKY, Coca Bergolla y Miguel Llivina Lavigne (2021), *Desarrollo y retos de la inteligencia artificial*, La Habana, Educación Cubana/UNESCO.
- ZHANG, Aima (2012), “Peer Assessment of Soft Skills and Hard Skills”, *Journal of Information Technology Education: Research*, vol. 11, pp. 155-168, en: <https://www.informingscience.org/Publications/1634> (consulta: 23 de julio de 2023).
- ZHANG, Daniel Saurabh Mishra, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Deep Ganguli, Barbara Grosz, Terah Lyons, James Manyika, Juan Carlos Nieves, Michael Seilitto, Yoav Shoham, Jack Clark y Raymond Perrault (2021, marzo), *The AI Index 2021 Annual Report*, Stanford, CA, Stanford University-Human-Centered AI Institute-AI Index Steering Committee.

La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria

¿Salió el genio de la lámpara?

MELCHOR SÁNCHEZ MENDIOLA*

ERIK CARBAJAL DEGANTE**

La inteligencia artificial generativa (IAG) ha adquirido gran relevancia en todo el mundo. El objetivo de este escrito es proveer elementos para la discusión académica sobre IAG y su potencial educativo, así como analizar críticamente sus ventajas y desventajas. Las implicaciones para su uso educativo están empezando a ser identificadas. Ninguna innovación había tenido una difusión tan rápida como estas herramientas, cuyo principal ejemplo es ChatGPT. Esto ha generado una brecha entre las expectativas de la comunidad educativa y la evaluación formal de su impacto real en actividades de enseñanza y aprendizaje, en virtud de que las investigaciones formales sobre su uso apenas comienzan. Se concluye que estas herramientas tienen un gran potencial educativo, así como limitaciones y posibles efectos negativos que deben ser analizados con rigor académico por los diversos actores que participan en el acto educativo, para que docentes, estudiantes e instituciones educativas las aprovechen adecuadamente.

Palabras clave

Inteligencia artificial

Informática

Informática educativa

Tecnologías de la información y la comunicación

Software educativo

DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61692>

* Profesor de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (México). Doctor en Ciencias de la Educación. Líneas de investigación: evaluación educativa; informática biomédica; innovación educativa. Publicación reciente: (2023, en coautoría con A. Manzano-Patiño, M. García-Minjares, E. Buzo Casanova, C. Herrera Penilla, K. Goytia-Rodríguez y A. Martínez-González), "Large-Scale Diagnostic Assessment in First-year University Students: Pre- and transpandemic comparison", *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11092-023-09410-9> CE: melchorsm@unam.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9664-3208>

** Investigador en la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (México). Doctor en Ciencias e Ingeniería de la Computación. Líneas de investigación: análisis de señales; inteligencia artificial; procesamiento de lenguaje natural. Publicación reciente: (2023, en coautoría con M. Hernández Gutiérrez y M. Sánchez-Mendiola), "Hacia revisiones de la literatura más eficientes potenciadas por inteligencia artificial", *Investigación en Educación Médica*, vol. 12, núm. 47, pp. 111-119. DOI: <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2023.47.23526>. CE: erik_carbajal@cuaieed.unam.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1532-9322>

INTRODUCCIÓN

Con el advenimiento de las herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG), el año 2023 se ha consolidado como el año de la inteligencia artificial (IA). El ejemplo más famoso es ChatGPT (Maslej *et al.*, 2023; Pelletier *et al.*, 2022). En una especie de “pánico moral” la comunidad académica global ha respondido a este fenómeno de forma heterogénea y en gran parte reactiva, con reacciones que van desde la incredulidad, el temor y un profundo rechazo, hasta la sensación de que vivimos el cambio más disruptivo que ha ocurrido en el último siglo (García-Peñalvo, 2023; Kasneci *et al.*, 2023). La construcción de la realidad de la sociedad moderna es compleja, ya que se alimenta de diferentes fuentes —muchas de ellas poco confiables— y a través de diversas lentes perceptuales, lo que hace virtualmente imposible tener un panorama completo y objetivo de los efectos de dicho cambio. El objetivo de este escrito es proveer una síntesis de elementos para alimentar la discusión académica sobre IAG y su potencial educativo, así como analizar críticamente las ventajas y desventajas del uso de estas herramientas.

La IA no es nueva; tiene más de medio siglo de estar presente en los escenarios de investigación y desarrollo tecnológico, con altibajos e “inviernos de IA” en los que periódicamente disminuyen la visibilidad, el financiamiento y el desarrollo (Jiang *et al.*, 2022; Maslej *et al.*, 2023). Durante estas décadas, generaciones de académicos han estado expuestos a todo tipo de predicciones, algunas fatalistas y otras excesivamente optimistas, lo que ha resultado en un “sano escepticismo” cuando aparecen noticias espectaculares sobre el tema en medios de comunicación. Lo que ocurre actualmente rebasa todas las experiencias anteriores, por lo que amerita tomarse en serio para aprovechar sus virtudes y manejar sus potenciales efectos adversos.

Para ello es menester familiarizarse con el lenguaje que se utiliza en este campo tecnológico. Existen varias definiciones de IA, por ejemplo: “la habilidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, aprender de dichos datos, y usar ese aprendizaje para lograr metas específicas y tareas a través de adaptación flexible” (Kaplan y Haenlein, 2019: 15); “cualquier técnica que permita a las computadoras imitar el comportamiento humano” (Jiang *et al.*, 2022: 5); hasta aproximaciones sencillas como “automatización basada en asociaciones” (U.S. Department of Education-Office of Educational Technology, 2023: 1). La esencia del concepto es que las computadoras realicen tareas que asemejen la actividad de pensar de forma parecida a la humana, con habilidades para aprender y tomar decisiones. El campo de la IA se ha ampliado con una explosión de publicaciones y la proliferación de asociaciones gremiales y congresos, así como con la expansión transversal en múltiples áreas del conocimiento, lo que ha dado lugar a un bosque conceptual y terminológico en el que es difícil ver el bosque por los árboles

(Regona *et al.*, 2022; U.S. Department of Education-Office of Educational Technology, 2023). La expresión IA se ha convertido en un término “para-guas” en el que caben muchas cosas, por ejemplo: procesamiento natural del lenguaje, aprendizaje de máquinas, robótica y sistemas expertos, lo que hace difícil que una persona pueda comprender todo lo que abarca. Por ello es importante aproximarse a glosarios de IA para educadores (Ruiz y Fuso, 2023).

En el campo de la IA existe un área llamada *machine learning* (aprendizaje de máquinas o automático, AM) en el que las computadoras son capaces de aprender sin haber sido programadas de manera explícita para ello a través del acceso a grandes cantidades de datos. En el AM hay otro concepto fundamental, *deep learning* (aprendizaje profundo, AP), el cual, en el contexto de las ciencias de la computación, tiene un significado técnico diferente al usado en pedagogía, pues se refiere al uso de modelos de aprendizaje basados en redes neuronales para realizar tareas como reconocimiento de palabras o de imágenes (Maslej *et al.*, 2023).

Otro concepto pertinente es inteligencia artificial generativa (IAG), rama de la inteligencia artificial (IA) que se refiere a la generación de contenido original (texto, imágenes, video, sonido) a partir de datos que ya existen y en respuesta a comandos o *prompts* (Lim *et al.*, 2023). Estos modelos aprenden patrones y estructuras de los datos que se les proporcionan y crean contenido nuevo similar a los datos de entrenamiento. La IAG puede ser *unimodal*, cuando tiene un solo tipo de entrada (por ejemplo, texto), o *multimodal*, que puede recibir varias entradas (como imágenes y texto). En los últimos años ocurrieron avances espectaculares en estas áreas del conocimiento con la aparición de “modelos de lenguaje masivos” (LLM, por sus siglas en inglés: *large language models*), modelos de gran tamaño que a través de redes neuronales son entrenados para aprender y reproducir la estructura del lenguaje. Con estos modelos es posible realizar procesamiento de lenguaje natural, traducción y generación automática de textos, lo que ha dado lugar a diferentes generaciones de lo que se llama “GPT” (Rudolph *et al.*, 2023; Sabzalieva y Valentini, 2023):

- Generativo: predice la siguiente palabra.
- Pre-entrenado: entrenado previamente con grandes volúmenes de datos.
- Transformador: codificador-decodificador basado en redes neurales.

El ChatGPT se basa en un modelo con sintonía fina para conversaciones; fue creado por la empresa OpenAI, en San Francisco (OpenAI, 2023a). ChatGPT 3.5 fue liberado al público el 30 de noviembre de 2022, y por su sencilla interfaz, rapidez y calidad de respuestas comenzó a ser usado por una gran cantidad de personas. En cinco días alcanzó un millón de usuarios, y en dos meses llegó a cien millones, convirtiéndose en la innovación tecnológica más rápidamente adoptada en la historia de la humanidad, al superar a Netflix, TikTok, etc. (Rudolph *et al.*, 2023; Chow, 2023). Los altos niveles de antropomorfismo que despliegan las herramientas de IAG actuales, como

la versión 4.0 de ChatGPT, han contribuido a su éxito (Choudhury y Shamszare, 2023). En 2023 el ChatGPT ha dominado la conversación en medios masivos de comunicación, redes sociales y círculos académicos y, a la vez, ha generado sorpresa, inquietud, miedo y esperanza (Bozkurt *et al.*, 2023).

¿CÓMO FUNCIONA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA?

La portabilidad y versatilidad de las herramientas de IA han capturado la atención en todo el mundo; es posible utilizar una aplicación de IA con múltiples fines, como entretenimiento, productividad o aprendizaje. Por un lado, ciertas aplicaciones pueden considerarse maleables al ser empleadas en tareas de naturaleza rutinaria como búsqueda, clasificación y organización de información; a este enfoque se le conoce con el nombre de IA discriminativa, por su capacidad de análisis sobre datos existentes. Sin embargo, es la capacidad generativa de algunos modelos para crear elementos multimedia artificiales lo que ha convencido a muchos usuarios de experimentarlos en su vida y llevarlos a sus áreas de trabajo. En este sentido, un grupo cada vez mayor de usuarios se enfrenta a los desafíos de la IAG en el ámbito laboral, social y educativo.

Normalmente, un sistema de IA aprende a través de un planteamiento asociado a la estructura de los datos (Oladipupo, 2010). Por ejemplo, el llamado aprendizaje supervisado representa un paradigma arduo en el que los datos son masivos y deben ser etiquetados manualmente. Con esto, el sistema es capaz de detectar automáticamente rasgos característicos de la información etiquetada, por lo que se considera que la supervisión humana es un factor en su desarrollo. Por otro lado, el aprendizaje no supervisado efectúa sus procesos de entrenamiento a través de datos sin etiqueta, lo que ocasiona que su rendimiento sea subjetivo debido a la falta de una representación explícita proporcionada por el humano. La alternativa del aprendizaje por refuerzo provee un panorama en el que el sistema aprende a medida que interactúa con su entorno; su funcionamiento se asemeja a los mecanismos de prueba y error. Además de estos tipos de aprendizaje, se ha recurrido a enfoques híbridos para abordar tareas complejas que aprovechan las fortalezas individuales y generan una metodología más integral.

La disyuntiva de elegir entre los diversos mecanismos de aprendizaje de máquina genera desafíos importantes relacionados con la naturaleza del problema. Los recursos disponibles de *hardware* dan la pauta para que el rendimiento y la eficiencia impacten significativamente en el despliegue y la escalabilidad de los modelos, además de la capacidad de almacenamiento y tratamiento de la información. Esto quiere decir que un mayor poder de cómputo amplía las posibilidades de procesamiento hasta el punto de sentar las bases de una teoría autónoma de aprendizaje de máquina que nos guíe hacia un nuevo enfoque de autosupervisión. Se estima que tal avance puede mejorar la capacidad de generalización y adaptación de las máquinas, al apoyarse en las teorías del aprendizaje humano (Gibson *et al.*, 2023).

En el ámbito computacional, el concepto de aprendizaje autosupervizado es la manera en que un sistema se autoenseña sobre cómo funciona el mundo a través de ejemplos prácticos y aplicados. La idea en la que dos redes neuronales se comunican y compiten entre sí por mejorar sus capacidades sentó las bases del funcionamiento de los mecanismos de autosupervisión (Goodfellow *et al.*, 2014). Este planteamiento generó un hito importante en la IAG a través del concepto de redes neuronales antagónicas (conocidas como GAN, por sus siglas en inglés: *generative adversarial networks*). Básicamente, mientras una red neuronal, llamada generador, se enfoca en producir contenido de alta calidad que engañaría al ser humano creyendo que es real, la otra red, llamada discriminador, se entrena para distinguir si son elementos generados artificialmente. La competencia interna en los procesos generadores y discriminadores de las redes antagónicas imita la prueba de Turing llevada a cabo en un sistema automático cerrado, hasta llegar a un estado estacionario en el que el discriminador es engañado y, finalmente, cede, con lo que se produce contenido con propiedades realistas, pero generado artificialmente.

Cuando se habla de IAG se espera establecer una clasificación de acuerdo con el tipo de información que produce y la tarea asignada a cada técnica. Además de lo que se ha mencionado previamente sobre las GAN, su capacidad de generación se enfoca en aprender de manera precisa cómo lucen los datos con el fin de generar datos nuevos aparentemente inexistentes. El término “aparente” implica, por un lado, la certeza de que la información generada no se encuentra directamente asociada a los procesos de entrenamiento internos del modelo, pero al mismo tiempo mantiene la calidad y coherencia de los datos utilizados. Esto permite evitar el denominado sesgo algorítmico (Danks y London, 2017) y proporcionar contenido novedoso que podemos asociar a un dato existente en nuestra realidad.

El principio de funcionamiento de la IAG es también adoptado por los *autoencoders* variacionales (VAE, por sus siglas en inglés: *variational autoencoders*) que, al igual que las GAN, orientan su funcionamiento mediante dos etapas: codificación y decodificación (Kingma y Welling, 2019). Tanto los VAE como las GAN se destacan por su gran efectividad al generar contenido multimedia de tipo imagen, video, audio y voz, por lo que también han sido utilizadas con fines que atentan contra la privacidad y falsifican información (Korshunov y Marcel, 2018). Por otro lado, en la disciplina del procesamiento de lenguaje natural, los LLM (Zhao *et al.*, 2023) han surgido como otra herramienta que cumple con los fundamentos de operación de la IAG. Su capacidad para generar texto les brinda amplia utilidad en una gama variada de tareas relacionadas con redacción, corrección, traducción e incluso generación de código de programación. Los atributos de los LLM han mostrado indicios de una comprensión lectora de máquina asociada a la habilidad de procesar información textual similar a como lo haría un ser humano (Sejnowski, 2023), con tiempos de procesamiento menores, pero que incitan a la operabilidad en un marco ambiguo de información fidedigna, lo que causa las llamadas alucinaciones (Ji *et al.*, 2023).

IMPPLICACIONES EDUCATIVAS DE LA IAG EN EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

La irrupción del ChatGPT y de herramientas similares de IAG en el mundo educativo ha tenido respuestas interesantes, desde el rechazo hasta la adopción irreflexiva. El hecho es que la disponibilidad global de estas herramientas de uso sencillo, gratuitas o de bajo costo, genera oportunidades para actividades de aprendizaje, enseñanza y evaluación. La comunidad de profesores, líderes educativos y estudiantes no debe quedarse pasmada ante un evento de esta magnitud, que puede convertirse en una oportunidad perdida. Es indispensable reflexionar sobre el tema y aprender a utilizar estas herramientas con eficacia, profesionalismo y ética, así como dialogar con pares académicos, estudiantes y autoridades sobre las acciones a tomar a corto y largo plazo, para su adecuada implementación en beneficio del estudiantado (Baidoo-Anu y Ansah, 2023; Bozkurt *et al.*, 2023).

Desde la perspectiva de las y los docentes, existe gran cantidad de recursos para el uso pedagógicamente correcto de ChatGPT y herramientas de IAG, con colecciones disponibles en la red de materiales de acceso abierto orientados a la práctica educativa (Kasneci *et al.*, 2023; Kukulska-Hulme *et al.*, 2023; Mollick y Mollick, 2023; Nerantzi *et al.*, 2023; Herft, 2023). Es importante hacer notar que el profesorado está saturado en varias dimensiones: académica (mantenerse al día, seguir los planes y programas de estudio, evaluar el aprendizaje del estudiantado), administrativa (registro de asistencia y desempeño del estudiantado, elaboración de reportes), así como personal y familiar (en la época post-pandemia por COVID-19 se continúa viviendo una situación precaria en lo económico y la salud, lo que impacta a la esfera inmediata del docente). Todo ello ha incrementado la incidencia de *burnout* (desgaste profesional) y alteraciones en las esferas mental y socioafectiva (Gómez-Domínguez *et al.*, 2022). Por lo anterior es importante identificar las posibilidades que brindan las herramientas de IAG para aliviar esta sobrecarga de tareas y utilizarlas como una ayuda que permita liberar tiempo para dedicarlo a la faceta humana de la docencia.

Algunos ejemplos de uso de IAG por el profesorado que se han comenzado a aplicar son los siguientes: analizar los escritos y las respuestas de los estudiantes a evaluaciones formativas y sumativas, como ensayos, preguntas de selección múltiple o de respuesta construida; crear exámenes formativos y sumativos de complejidad variable, dirigidos al nivel cognitivo y de avance curricular de los estudiantes; proporcionar retroalimentación personalizada, ya que una de las principales quejas de los estudiantes es que no reciben suficiente retroalimentación en calidad y cantidad; planear la estructura didáctica de las clases mediante el diseño de actividades que estén alineadas con el currículo; crear actividades de aprendizaje problematizadoras; asistir con mayor eficacia a los estudiantes con problemas de aprendizaje; analizar trabajos científicos y cualquier tipo de publicaciones para desarrollar habilidades de pensamiento crítico; generar propuestas de proyectos de investigación con niveles progresivos de complejidad; diseñar actividades de

desarrollo profesional personal a través de la evaluación de necesidades, individual o colectiva; diseñar instrumentos que permitan ahorrar tiempo en tareas repetitivas, como la elaboración de esquemas de cursos, sesiones de clase y asignación de tareas; utilizarlas como medios para que los estudiantes realicen actividades de análisis y aprendizaje; utilizar IAG como ayudante del profesor; desarrollar funciones de tutoría personalizada; implementar roles de ayuda para proyectos colaborativos; elaborar espacios exploratorios interdisciplinarios, entre otros descritos en la literatura (Bozkurt *et al.*, 2023; Farazouli *et al.*, 2023; Kasneci *et al.*, 2023; Kukulska-Hulme *et al.*, 2023; Nerantzi *et al.*, 2023; Herft, 2023).

Todas estas acciones pueden tener efectos no deseados en el proceso educativo, por lo que se recomienda integrarlas en las actividades de enseñanza con planeación didáctica y pedagógica sólida, fundamentadas, en lo posible, en evidencia publicada o en consejos de docentes que hayan experimentado con las herramientas, para así potenciar sus efectos positivos y minimizar los negativos. Ethan Mollick propuso cinco estrategias efectivas, basadas en evidencia, para el uso de IAG en el aula, que incluyen el uso adecuado de los comandos o *prompts* (se requiere desarrollar destreza para elaborar las peticiones, preguntas o retos que se plantean a las máquinas) y descripciones detalladas de su aplicación en la práctica: 1) proveer ejemplos múltiples con explicaciones; 2) descubrir y atender las ideas equivocadas y preconcebidas de los estudiantes; 3) evaluaciones frecuentes de bajo impacto; 4) evaluación para el aprendizaje; 5) práctica distribuida (Mollick y Mollick, 2023).

En cuanto a las oportunidades para el uso de estas herramientas por las y los estudiantes, pueden considerarse las siguientes actividades: desarrollar habilidades de escritura y lectura; utilizar herramientas como “Copiloto” o compañero de estudio; generar preguntas, análisis y solución de problemas; aprender idiomas e interpretar lenguajes y culturas; generar hipótesis y problemas; comprender problemas y diseñar estrategias de solución; autoevaluar y evaluar por pares; organizar y sintetizar material de todo tipo; analizar escritos críticamente; desarrollar habilidades de investigación; definir estrategias para aprendizaje colaborativo, en línea o híbrido; actividades de empoderamiento de estudiantes con capacidades diferentes; actividades para un aprendizaje personalizado, entre otras (Bozkurt *et al.*, 2023; Kasneci *et al.*, 2023; Kukulska-Hulme *et al.*, 2023; Nerantzi *et al.*, 2023). No se trata de preguntarse si los estudiantes utilizarán o no estas herramientas tecnológicas para sus actividades personales y académicas, sino de cómo ayudarlos y orientarlos a emplearlas de forma profesional, ética y abierta. Prohibir su uso y partir de la premisa de que sólo las utilizarán para hacer trampa o buscar “atajos” de aprendizaje no funcionará, como se ha demostrado con la adopción de innovaciones tecnológicas previas.

APLICACIONES DE LA IAG EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Es importante destacar que la aplicación y el impulso de la IAG en investigación educativa debe ser guiada por principios éticos, metodologías de

investigación sólidas y consideraciones pedagógicas, con el objetivo claro y congruente de optimizar las tareas realizadas en investigación. El propósito de conocer detalladamente el panorama actual de una situación o caso de estudio, exponer ciertos elementos de interés hallados en la literatura (planteados por el estado del arte) y publicar las nuevas ideas que arroja un proceso sistemático y riguroso de investigación permite adentrarse en la problemática vinculada y generar propuestas fundamentadas a raíz de los desafíos analizados. Desde la concepción e inmersión del problema hasta la difusión del conocimiento, la IAG muestra beneficios considerables al abrir el panorama de las y los investigadores con lluvias de ideas, postulación de preguntas de investigación, esclarecimiento de hipótesis, propuestas de diseño, generación de datos artificiales, ejecución de estudios, codificación de datos, formulación de metaanálisis, predecir comportamientos, identificar elementos relevantes e, incluso, brindar soporte en la correcta redacción de escritos para diversos idiomas (Sabzalieva y Valentini, 2023). Está disponible un reporte con más de 350 aplicaciones de IAG con taxonomía estructurada y descripciones concisas (Gozalo-Brizuela y Garrido-Merchán, 2023).

La comunidad internacional de investigadores está atenta al uso de ChatGPT en el proceso de escribir y publicar, con diversas opiniones y sugerencias para el uso adecuado de las herramientas. El potencial de su uso es amplio: creación de organizadores, esquemas y diagramas; incrementar la velocidad de escribir borradores y manuscritos; identificar inconsistencias en los estudios y los resultados; generar hipótesis alternativas y plausibles; analizar e interpretar trabajos publicados; mejorar la escritura en otros idiomas; proporcionar ejemplos; dar retroalimentación al autor sobre sus escritos; traducir documentos, entre otros (Huang y Tan, 2023). Es fundamental estar alerta a las limitaciones de este tipo de herramientas, como los sesgos algorítmicos que pueden generar información tendenciosa, así como las alucinaciones o generación de datos inventados y falsos. Las principales organizaciones de publicación académica advierten sobre el uso inadecuado de ChatGPT como coautor de artículos científicos, como ha comenzado a ocurrir en algunas revistas científicas, y la aparición de “fábricas de artículos” con IA (Castellanos-Gomez, 2023; Committee on Publication Ethics, 2023).

Es evidente que el máximo aprovechamiento de la IAG se logra cuando se establece una relación sinérgica con las y los investigadores que ejecutan las tareas de dirección y supervisión. El trabajo en conjunto mejora la productividad, ya que libera el tiempo invertido en tareas repetitivas realizadas en la metodología tradicional sistemática de búsqueda y revisión de la información (Carbajal-Degante *et al.*, 2023), además de que potencia la creatividad y exploración de nuevas perspectivas que complementen su estudio para generar trabajos en la comunidad científica.

EL “LADO OSCURO” DE LA IAG

Los retos asociados con la IAG son significativos y evolucionan rápidamente al ser una disciplina reciente. Una amplia gama de factores amenaza el uso

correcto y responsable de esta tecnología, los cuales se producen a raíz de desinformación o del uso malintencionado. Muchos de los riesgos y consecuencias asociadas se pueden describir como procesos paradójicos debido a las contradicciones y desafíos inherentes desde su concepción hasta su realización.

Se sabe que el éxito de los sistemas basados en IA recae íntegramente en la abundancia de los datos. La representatividad y la organización de los mismos influye directamente en la capacidad de ejecutar determinada tarea, sin embargo, los sistemas con tendencias generadoras no están diseñados ni obligados (hasta el momento) a cumplir con los lineamientos generales de protección de datos u otras leyes de derechos de autor. Esta libertad de procesamiento permite que los sistemas de IAG demuestren un desempeño asombroso al producir material innovador, pero con riesgos relacionados con el uso contextual de la información, ya que las instrucciones explícitas de salvaguardar la dignidad humana no están directamente establecidas ni se tiene claridad de cómo incorporarlas. De ahí las siguientes paradojas:

Paradoja: generalización vs. sesgo. Un problema que ha aquejado desde sus inicios a la IA es la correcta comunión entre sesgo y varianza (del inglés *trade-off bias-variance*) (Neal *et al.*, 2019). La idea es evitar una tendencia simplista donde la información no se encuentre ajustada a los datos de entrenamiento y que pueda generalizar de manera efectiva a nuevos datos. El problema del sesgo va más allá de producir información inoperante, ya que incurre en actos discriminatorios por ser susceptible de replicar incluso los sesgos humanos. Asegurarse de que los datos utilizados son íntegros y reflejan la diversidad del mundo propicia la generalización de un comportamiento adecuado, pero ¿hasta qué nivel una máquina puede ser íntegra si no conoce todas las vertientes de la naturaleza humana?

Paradoja: transparencia vs. privacidad. Se espera que un sistema inteligente cumpla con el principio ético de promover el acceso libre a la información y a las funcionalidades del sistema sin restricciones, a la vez que preserva la privacidad de los usuarios. Esta paradoja radica en encontrar un equilibrio entre el acceso a la información y la salvaguarda de los datos a través de prácticas de anonimización y el establecimiento de protocolos de seguridad. ¿Un sistema restringido por ciertas reglas de privacidad suscita la transparencia?

Paradoja: explicabilidad vs. complejidad. Uno de los mayores retos es que los humanos no entendemos todo lo que supuestamente están aprendiendo las plataformas, ni se está seguro de lo que deberían aprender. Se han creado enfoques de aprendizaje que, en su mayoría, extraen inferencias a partir de los datos mediante cierta lógica proporcionada por el razonamiento humano, sin embargo, hay estudios que demuestran que en el espacio latente de características (espacio donde se generan los elementos distinguibles dentro de las redes neuronales), existe una lógica alternativa que no podemos entender del todo (Linardatos *et al.*, 2020). Entonces, ¿un sistema que no obedezca el pensamiento humano significa que no piensa? En este sentido, la

explicabilidad de los sistemas de IA (conocida como XAI) es fundamental para comprender las razones detrás de las decisiones tomadas por las máquinas, así como para evaluar la coherencia de sus capacidades autónomas. El objetivo siempre ha sido el mismo: solicitar un mayor apoyo de las máquinas en las áreas en las que el humano lo necesite. Esto implica desarrollar arquitecturas cada vez más robustas, precisas y complejas con el riesgo inherente de caer en dependencia sin haber alcanzado una interpretación clara de su funcionamiento.

El discurso actual con respecto a la IAG y las paradojas que emergen de su estudio incita a plantear dos puntos de vista en torno al ámbito educativo: uno que trae consigo disrupción del sistema educativo, y otro que es un escenario de oportunidad para mejorar la calidad y que coexiste como recurso transformador (Lim *et al.*, 2023). Es crucial instruirse sobre los riesgos antes mencionados de manera proactiva con el fin de proponer las medidas de seguridad correspondientes y las políticas adecuadas. Se requiere fomentar el uso responsable en una era que impulsa la ciencia abierta y promueve la enseñanza de los valores éticos a las máquinas, sin tratar de obstaculizar su desempeño.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LA IAG EN EDUCACIÓN

El campo de la IAG se está expandiendo de manera rápida, dinámica y compleja, por lo que es importante tratar de mantenerse al día en el tema e incorporar de forma intencional y estratégica su implementación en la educación y evaluación. Los diversos actores del acto educativo que enfrentan los retos de la IAG en enseñanza y aprendizaje interactúan de forma compleja y multidimensional, por lo que se requiere una aproximación adecuada, con cimientos teórico-conceptuales, que se acompañe de trabajos de investigación educativa que informen del proceso.

De la revisión de la literatura sobre el tema hasta julio de 2023, se desprende una gran cantidad de recomendaciones para docentes, estudiantes, instituciones educativas y entidades gubernamentales sobre el uso de la IAG en enseñanza, aprendizaje y evaluación, de las que aquí enfatizamos las siguientes (Baidoo-Anu y Ansah, 2023; Bozkurt *et al.*, 2023; Chiu *et al.*, 2023; Giannini, 2023; Kasneci *et al.*, 2023; Mhlanga, 2023; Nguyen *et al.*, 2023; Ouyang *et al.*, 2022; Pelletier *et al.*, 2022; Salas-Pilco y Yang, 2022; UNESCO, 2023a; UNESCO, 2023b; U.S. Department of Education-Office of Educational Technology, 2023):

- Priorizar en todo momento los aspectos educativos fundamentales (bases teóricas y marcos conceptuales educativos) para que la tecnología sea un auxiliar y complemento que no remplace los aspectos pedagógicos y didácticos básicos.
- Desarrollar una competencia mínima en IA a través de actividades de formación docente, difusión y divulgación del tema, acompañadas de proyectos de definición de las habilidades de IA necesarias en la era moderna (Long y Magerko, 2020).

- Planear, desarrollar, implementar y evaluar actividades de formación docente con las principales herramientas de IAG, poniendo énfasis en aquéllas que son de acceso abierto o de bajo costo.
- Reconocer los potenciales y limitaciones de estas herramientas y diseñar estrategias preventivas que mitiguen su uso inapropiado y poco ético, así como identificar los retos todavía no resueltos, como las llamadas “alucinaciones” y resultados falsos o inventados (Rudolph *et al.*, 2023).
- Elaborar e implementar políticas departamentales, institucionales, nacionales e internacionales sobre su uso en educación y en evaluación.
- Desarrollar investigación formal con metodología rigurosa sobre su uso y desarrollo, así como hacer del conocimiento de la comunidad internacional los resultados con oportunidad, de preferencia en formatos de acceso abierto o bajo costo.
- Incluir, en los planes y programas de estudio formales, competencias, habilidades o contenidos relacionados a esta temática, integrados con las particularidades de cada disciplina (Sánchez-Mendiola *et al.*, 2013).
- Crear grupos de trabajo en las instituciones que, de forma longitudinal y con perspectiva académica, puedan orientar a las comunidades docentes y estudiantiles en el uso de estas herramientas.
- Compartir material y experiencias con otros docentes e instituciones, como lo están haciendo grupos internacionales (Nerantzi *et al.*, 2023; OpenAI, 2023b; Sabzalieva y Valentini, 2023).
- Trabajar en equipo con el estudiantado para explorar su uso y limitaciones: incluirlos desde el inicio en el necesario proceso de diálogo sobre estos complejos temas, para llegar a acuerdos consensuados.
- Mantenerse actualizados en el tema, asunto no trivial en estas épocas en las que prácticamente cada semana ocurren avances importantes. Un ejemplo interesante es la alianza GRAILE (Global Research Alliance for AI in Learning and Education), que genera actividades y recursos de acceso abierto sobre el uso de IA en educación (GRAILE, 2023).
- No confiar ciegamente en las herramientas. Su aparente calidad en los productos da la impresión de certeza, pero se debe incluir siempre a la inteligencia y experiencia humanas en el ciclo de desarrollo y evaluación de estos recursos.
- Tener claridad sobre el reto que implica el desfase entre los avances tecnológicos encabezados por unas cuantas empresas del Norte global, cuyas intenciones no son transparentes para el resto de la sociedad y que pueden estar motivadas por el beneficio financiero, para estar alertas a su uso inadecuado con apropiación de información privada de la ciudadanía. Los países con economías emergentes y del Sur global deben aprovechar al máximo estas herramientas y privilegiar las de acceso abierto y bajo costo, así como dedicar recursos locales al desarrollo de tecnologías que incorporen las necesidades contextuales.
- Cuidar los aspectos éticos, de derechos de autor, privacidad de datos y confidencialidad (Mhlanga *et al.*, 2023; Nguyen *et al.*, 2023; The White House- Office of Science and Technology Policy, 2023).

- Diseñar estrategias para mitigar o cerrar la creciente brecha digital y de competencias en IA que, en lugar de resolverse, parece ir en aumento en la era post-pandemia (Trucano, 2023; UNESCO, 2023b).
- La lista de recomendaciones sobre el tema elaborada por el Departamento de Educación de los Estados Unidos hace las siguientes sugerencias: enfatizar sobre lo indispensable que es mantener a los humanos “en el *loop*” (involucrados en todas las etapas del proceso); alinear modelos de IA con una visión compartida para la educación; diseñar las herramientas usando principios modernos de aprendizaje; priorizar el fortalecimiento de la confianza de la sociedad y la comunidad universitaria; informar a las y los educadores e involucrarlos en la toma de decisiones; atender el tema con proyectos de investigación y desarrollo, de acuerdo a los contextos, para así potenciar la confianza y seguridad; desarrollar guías y barreras de protección (U.S. Department of Education-Office of Educational Technology, 2023). En la Fig. 1 se presenta un esquema de las características que debe de incluir el uso de estas herramientas en educación, con el estudiantado y profesorado como núcleo central.

Figura 1. Características deseadas de las herramientas y sistemas de IA en la educación



Fuente: adaptado de: Greenhalgh *et al.* (2004); U.S. Department of Education-Office of Educational Technology (2023).

CONCLUSIONES

Los avances en tecnología e IAG avanzan a un ritmo vertiginoso, demasiado rápido comparado con la velocidad de adopción por la comunidad docente. Ello constituye un reto para que las organizaciones educativas y las y los docentes se mantengan a la vanguardia en estos temas, con sus implicaciones

normativas, legales, sociológicas, éticas y culturales, lo que puede generar un ambiente de resignación o de frustración que no contribuye a mejorar el proceso educativo (Lim *et al.*, 2023; UNESCO, 2023b).

La brecha digital existente a nivel mundial, que se ha agravado por cataclismos globales como la pandemia por COVID-19, se complica ahora con una “brecha en IA”. Se requiere un análisis riguroso, así como de la generación de información contextualizada que permita abordar este enorme reto con una perspectiva interdisciplinaria (Bozkurt *et al.*, 2023; Long y Magerko, 2020). Es importante ser realistas y críticos para no ser meros consumidores de las herramientas tecnológicas y de IAG creadas en otros contextos. Es un hecho documentado que las grandes empresas tecnológicas han adquirido un enorme poder a nivel global, con limitada rendición de cuentas, y que realizan acciones que pueden invadir la privacidad y afectar la propiedad intelectual (UNESCO, 2023b). El origen de la IAG y sus diversas herramientas generalmente no tienen fines expresamente educativos, lo que complica la situación de las escuelas, universidades y docentes, que se ven obligados a adaptar, con recursos limitados, el uso de estas herramientas al entorno local, con consecuencias difíciles de evaluar. Aunado a la enorme influencia de las grandes empresas tecnológicas, que siguen su propia lógica, en las instituciones públicas existen limitaciones financieras, de recursos tecnológicos y de recursos humanos especializados. La sociedad se encuentra en una polarización creciente y desconfía de la comunidad científica y académica, lo que obstaculiza reconocer la necesidad de adoptar estas nuevas herramientas para contribuir a mejorar la calidad de la educación. Para enfrentar la situación se requiere creatividad y empoderamiento de los actores docentes y las universidades.

La llamada “agencia” de estudiantes y docentes adquiere una nueva connotación en el mundo actual, con la aparición en escena del concepto “agencia digital”, que puede describirse como un constructo que incluye competencia, confianza y rendición de cuentas digitales, y que consiste en la habilidad de las personas para controlar y adaptarse al mundo digital (Siddiq *et al.*, 2023). Dicha agencia digital puede relacionarse con términos como competencia digital y literacidad digital, entre otros, para dar lugar a un amplio y rico campo de estudio para la comunidad académica.

El “entrenamiento” de instrumentos como ChatGPT es relativamente poco transparente; utiliza volúmenes de datos que de origen son sesgados, desbalanceados, a veces obsoletos, y que pueden contener datos incorrectos o sin referencias adecuadas, por lo que muchos países se encuentran en condiciones de desventaja al no participar en la toma de decisiones sobre la materia prima a utilizar para mejorar el desempeño de la IAG. Es importante que se tome en cuenta al Sur global en estos procesos de escala mundial, para evitar los llamados “sesgos algorítmicos” (Kordzadeh y Ghasemaghaei, 2022). De otra manera seremos como “la orquesta que llega para un concierto con los músicos equivocados, el día equivocado, en el lugar equivocado y con los instrumentos equivocados” (Harden, 1998: 301).

Las tareas que se requieren involucran planeación estratégica, asignación de recursos tecnológicos, financieros y humanos, desarrollo y adaptación

de herramientas de IAG adecuadas a las necesidades locales y nacionales, así como identificación y desarrollo de habilidades y competencias digitales y de IA pertinentes a la educación, para realizar actividades de formación docente e investigación relativas al tema. La necesidad de un mapa de ruta institucional, nacional y global es imperativa. Se debe ligar a la IAG con los avances en educación en línea e híbrida, aprovechar el ímpetu generado por la pandemia en educación a distancia y el uso de la tecnología para vivir estas innovaciones con creatividad y optimismo, sin perder de vista que la tecnología y sus usos no son ideológicamente neutrales.

REFERENCIAS

- BAIDOO-Anu, David y Leticia Owusu Ansah (2023, 25 de enero), "Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning", *Social Science Research Network Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4337484>
- BOZKURT, Aras, Junhong Xiao, Sarah Lambert, Angelica Pazurek, Helen Crompton, Suzan Koseoglu, Robert Farrow, Melissa Bond, Chrissi Nerantzi, Sarah Honeychurch, Maha Bali, Jon Dron, Kamran Mir, Bonnie Stewart, Eamon Costello, Jon Mason, Christian M. Stracke, Enilda Romero-Hall, Apostolos Koutoupoulos, Cathy Mae Toquero, Lenandlar Singh, Ahmed Tlili, Kyungmee Lee, Mark Nichols, Ebba Ossiannilsson, Mark Brown, Valerie Irvine, Juliana Raffaghelli, Gema Santos-Hermosa, Oma Farrell, Taskeen Adam, Ying Li Thong, Sunagui Sani-Bozkurt, Ramesh C. Sharma, Stefan Hrastinski y Petar Jandrić (2023), "Speculative Futures on ChatGPT and Generative Artificial Intelligence (AI): A collective reflection from the educational landscape", *Asian Journal of Distance Education*, vol. 18, núm. 1, pp. 53-130, en: <https://zenodo.org/record/7636568> (consulta: 11 de agosto de 2023).
- CARBAJAL-Degante, Erik, Myrna Hernández Gutiérrez y Melchor Sánchez-Mendiola (2023), "Hacia revisiones de la literatura más eficientes potenciadas por inteligencia artificial", *Investigación en Educación Médica*, vol. 12, núm. 47, pp. 111-119.
- CASTELLANOS-Gomez, Andres (2023), "Good Practices for Scientific Article Writing with ChatGPT and Other Artificial Intelligence Language Models", *Nanomanufacturing*, vol. 3, núm. 2, pp. 135-138.
- CHIU, Thomas K.F., Qi Xia, Xinyan Zhou, Ching Sing Chai y Miaoting Cheng (2023), "Systematic Literature Review on Opportunities, Challenges, and Future Research Recommendations of Artificial Intelligence in Education", *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 4, p. 100118.
- CHOUDHURY, Avishek y Hamid Shamszare (2023), "Investigating the Impact of User Trust on the Adoption and Use of ChatGPT: Survey analysis", *Journal of Medical Internet Research*, vol. 25, p. e47184.
- CHOW, Andrew R. (2023), "How ChatGPT Managed to Grow Faster than TikTok or Instagram", en: <https://time.com/6253615/chatgpt-fastest-growing/> (consulta: 1 de julio de 2023).
- Committee on Publication Ethics (2023), "COPE Position Statement for Authorship and AI Tools", Committee on Publication Ethics, en: <https://publicationethics.org/cope-position-statements/ai-author> (consulta: 1 de julio de 2023).
- DANKS, David y Alex John London (2017), "Algorithmic Bias in Autonomous Systems", en *Proceedings of the Twenty-Sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Melbourne, International Joint Conferences on Artificial Intelligence Organization, pp. 4691-4697. DOI: <https://doi.org/10.24963/ijcai.2017/654>.
- FARAZOULI, Alexandra, Teresa Cerratto-Pargman, Klara Bolander-Laksov y Cormac McGrath (2023), "Hello GPT! Goodbye home examination? An exploratory study of AI chatbots impact on university teachers' assessment practices", *Assessment & Evaluation in Higher Education*, pp. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1080/02602938.2023.2241676>.

- GARCÍA-Peñalvo, Francisco José (2023), "La percepción de la inteligencia artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: disrupción o pánico", *Education in the Knowledge Society*, vol. 24, p. e31279.
- GIANNINI, Stefania (2023), "Reflections on Generative AI and the Future of Education", París, UNESCO, en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877> (consulta: 1 de julio de 2023).
- GIBSON, David, Vitomir Kovanovic, Dirk Ifenthaler, Sara Dexter y Shihui Feng (2023), "Learning Theories for Artificial Intelligence Promoting Learning Processes", *British Journal of Educational Technology*, vol. 54, núm. 5, pp. 1125-1146. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.13341>
- "Global Research Alliance for AI in Learning and Education" (GRAILE) (2023), en: <https://graile.ai/> (consulta: 1 de julio de 2023).
- GÓMEZ-Domínguez, Valentina, Diego Navarro-Mateu, Vicente Javier Prado-Gascó y Teresa Gómez-Domínguez (2022), "How Much Do We Care about Teacher Burnout during the Pandemic: A bibliometric review", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, núm. 12, p. 7134. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19127134>
- GOODFELLOW, Ian J., Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville y Yoshua Bengio (2014), "Generative Adversarial Networks", *arXiv*, en: <http://arxiv.org/abs/1406.2661> (consulta: 5 de agosto de 2023).
- GOZALO-Brizuela, Roberto y Eduardo C. Garrido-Merchán (2023), "A Survey of Generative AI Applications", *arXiv*, en: <http://arxiv.org/abs/2306.02781> (consulta: 28 de agosto de 2023).
- GREENHALGH, Trisha, Glenn Robert, Frase Macfarlane, Paul Bate y Olivia Kyriakidou (2004), "Diffusion of Innovations in Service Organizations: Systematic review and recommendations", *The Milbank Quarterly*, vol. 82, núm. 4, pp. 581-629. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0887-378X.2004.00325.x>
- HARDEN, Ronald (1998), "Educating More Doctors in the UK: Painting the tiger", *Medical Teacher*, vol. 20, núm. 4, pp. 301-306.
- HERFT, Andrew (2023), "A Teacher's Prompt Guide to ChatGPT Aligned with 'What Works Best'", en: <https://usergeneratededucation.files.wordpress.com/2023/01/a-teachers-prompt-guide-to-chatgpt-aligned-with-what-works-best.pdf> (consulta: 1 de julio de 2023).
- HUANG, Jingshan y Ming Tan (2023), "The Role of ChatGPT in Scientific Communication: Writing better scientific review articles", *American Journal of Cancer Research*, vol. 13, núm. 4, pp. 1148-1154.
- Ji, Ziwei, Nayeon Lee, Rita Frieske, Tiezheng Yu, Dan Su, Yan Xu, Etsuko Ishii, Yejin Bang, Wenliang Dai, Andrea Madotto y Pascale Fung (2023), "Survey of Hallucination in Natural Language Generation", *ACM Computing Surveys*, vol. 55, núm. 12, pp. 1-38.
- JIANG, Yuchen, Xiang Li, Hao Luo, Shen Yin y Okyay Kaynak (2022), "Quo Vadis Artificial Intelligence?", *Discover Artificial Intelligence*, vol. 2, núm. 4. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44163-022-00022-8>
- KAPLAN, Andreas y Michael Haenlein (2019), "Siri, Siri, in my Hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence", *Business Horizons*, vol. 62, núm. 1, pp. 15-25.
- KASNECI, Enkelejda, Kathrin Sessler, Stefan Küchemann, Maria Bannert, Daryna Dementieva, Frank Fischer, Urs Gasser, Georg Groh, Stephan Günemann, Eyke Hüllermeier, Stephan Krusche, Gitta Kutyniok, Tilman Michaeli, Claudia Nerdel, Jürgen Pfeffer, Oleksandra Poquet, Michael Sailer, Albrecht Schmidt, Tina Seidel, Matthias Stadler, Jochen Weller, Jochen Kuhn y Gjergji Kasneci (2023), "ChatGPT for Good? On opportunities and challenges of large language models for education", *Learning and Individual Differences*, vol. 103, p. 102274. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- KINGMA, Diederik P. y Max Welling (2019), "An Introduction to Variational Autoencoders", *Foundations and Trends® in Machine Learning*, vol. 12, núm. 4, pp. 307-392.
- KORDZADEH, Nima y Maryam Ghasemaghaei (2022), "Algorithmic Bias: Review, synthesis, and future research directions", *European Journal of Information Systems*, vol. 31, núm. 3, pp. 388-409.

- KORSHUNOV, Pavel y Sebastien Marcel (2018), "DeepFakes: a New Threat to Face Recognition? Assessment and Detection", *arXiv*, en: <http://arxiv.org/abs/1812.08685> (consulta: 5 de julio de 2023).
- KUKULSKA-Hulme, Agnes, Carina Bossu, Koula Charitonos, Tim Coughlan, Andrew Deacon, Nawaal Deane, Rebecca Ferguson, Christothea Herodotou, Cheng-Wen Huang, Tabisa Mayisela, Irina Rets, Julia Sargent, Eileen Scanlon, Janet Small, Sukaina Walji, Martin Weller y Denise Whitelock (2023), "Innovating Pedagogy 2023: Open University Innovation Report 11", Milton Keynes, The Open University, en: <https://www.open.ac.uk/blogs/innovating/?p=784> (consulta: 1 de julio de 2023).
- LIM, Weng Marc, Asanka Gunasekara, Jessica Leigh Pallant, Jason Ian Pallant y Ekaterina Pechenkina (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, núm. 2, p. 100790.
- LINARDATOS, Pantelis, Vasilis Papastefanopoulos y Sotiris Kotsiantis (2020), "Explainable AI: A review of machine learning interpretability methods", *Entropy*, vol. 23, núm. 1, p. 18. DOI: <https://doi.org/10.3390/e23010018>
- LONG, Duri y Brian Magerko (2020), "What is AI Literacy? Competencies and design considerations", en Regina Bernhaupt *et al.* (coords.), *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Honolulu, Association for Computing Machinery, abril, pp. 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- MASLEJ, Nestor, Loredana Fattorini, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Katrina Ligett, Lyons Terah, James Manyika, Juan C. Niebles, Vanessa Parli, Yoav Shoham, Russell Wals, Jack Clark y Raymond Perrault (2023), "The AI index 2023 annual report", Stanford, Stanford University, en: <https://aiindex.stanford.edu/report/> (consulta: 1 de julio de 2023).
- MHLANGA, David (2023), "Open AI in Education, the Responsible and Ethical Use of ChatGPT Towards Lifelong Learning", *Social Science Research Network Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4354422>
- MOLLICK, Ethan R. y Lilach Mollick (2023), "Using AI to Implement Effective Teaching Strategies in Classrooms: Five strategies, including prompts", *Social Science Research Network Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4391243>
- NEAL, Brady, Sarthak Mittal, Aristide Baratin, Vinayak Tantia, Matthew Scicluna, Simon Lacoste-Julien y Ioannis Mitliagkas (2019), "A Modern Take on the Bias-Variance Tradeoff in Neural Networks", *arXiv*, en: <http://arxiv.org/abs/1810.08591> (consulta: 1 de julio de 2023).
- NERANTZI, Chrissi, Sandra Abegglen, Marianna Karatsiori y Antonio Martínez-Arboleda (2023, 23 de junio), "101 Creative Ideas to Use AI in Education. A crowdsourced collection", *Zenodo*. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8072950>
- NGUYEN, Andy, Ha Ngan Ngo, Yvonne Hong, Belle Dang y Bich-Phuong Thi Nguyen (2023), "Ethical Principles for Artificial Intelligence in Education", *Education and Information Technologies*, vol. 28, núm. 4, pp. 4221-4241.
- OLADIPUPO, Taiwo (2010), "Types of Machine Learning Algorithms", *New Advances in Machine Learning*. DOI: <https://doi.org/10.5772/9385>
- OpenAI (2023a), "ChatGPT, Large Language Model", en: <https://chat.openai.com/chat> (consulta: 1 de julio de 2023).
- OpenAI (2023b), "Educator FAQ", en: <https://platform.openai.com/docs/chatgpt-education> (consulta: 1 de julio de 2023).
- OUYANG, Fan, Luyi Zheng y Pengcheng Jiao (2022), "Artificial Intelligence in Online Higher Education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020", *Education and Information Technologies*, vol. 27, núm. 6, pp. 7893-7925.
- PELLETIER, Kathe, Mark McCormack, Jamie Reeves, Jenay Robert, Nichole Arbino, Maha Al-Freih, Camile Dickson-Deane, Carlos Guevara, Lisa Koster, Melchor Sánchez-Mendiola, Lee Skallerup Bessette y Jake Stine (2022), *2022 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition*, Louisville, EDUCAUSE, en: <https://library.educause.edu/resources/2022/4/2022-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition> (consulta: 1 de julio de 2023).
- REGONA, Massimo, Tan Yigitcanlar, Bo Xia y Rita Yi Man Li (2022), "Opportunities and Adoption Challenges of AI in the Construction Industry: A PRISMA review",

- Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, núm. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010045>
- RUDOLPH, Jürgen, Samson Tan y Shannon Tan (2023), “ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education?”, *Journal of Applied Learning & Teaching*, vol. 6, núm. 1, pp. 342-363. DOI: <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- RUIZ, Pati y Judi Fuso (2023), “Glossary of Artificial Intelligence Terms for Educators”, *CIRCLS-Center for Integrative Research in Computing and Learning Sciences*, en: <https://circls.org/educatorcircls/ai-glossary> (consulta: 1 de julio de 2023).
- SABZALIEVA, Emma y Arianna Valentini (2023), “ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: guía de inicio rápido”, UNESCO, en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa (consulta: 1 de julio de 2023).
- SALAS-PILCO, Sdenka Zobeida y Yugin Yang (2022), “Artificial Intelligence Applications in Latin American Higher Education: A systematic review”, *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 19, núm. 1, p. 21. DOI: <https://doi.org/10.3390/world4020019>
- SÁNCHEZ-Mendiola, Melchor, Adrián I. Martínez-Franco, Argelia Rosales-Vega, Joel Villamar-Chulin, Florina Gatica-Lara, Rocío García-Durán y Adrián Martínez-González (2013), “Development and Implementation of a Biomedical Informatics Course for Medical Students: Challenges of a large-scale blended-learning program”, *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 20, núm. 2, pp. 381-387.
- SEJNOWSKI, Terrence J. (2023), “Large Language Models and the Reverse Turing Test”, *Neural Computation*, vol. 35, núm. 3, pp. 309-342.
- SIDDIQ, Fazilat, Fredrik Mørk Røkenes, Andreas Lund y Ronny Scherer (2023), “New Kid on the Block? A conceptual systematic review of digital agency”, *Education and Information Technologies*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12038-3>
- The White House-Office of Science and Technology Policy (2023), “Blueprint for an AI Bill of Rights”, en: <https://www.whitehouse.gov/ostp/ai-bill-of-rights/> (consulta: 1 de julio de 2023).
- TRUCANO, Michael (2023), “AI and the Next Digital Divide in Education”, en: <https://www.brookings.edu/articles/ai-and-the-next-digital-divide-in-education/> (consulta: 1 de julio de 2023).
- U.S. Department of Education-Office of Educational Technology (2023), “Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations”, en: <https://tech.ed.gov/ai-future-of-teaching-and-learning/> (consulta: 1 de julio de 2023).
- UNESCO (2023a), “Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación”, *Perfiles Educativos*, vol. 45, núm. 180, pp. 176-182. DOI: <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2023.180.61303>
- UNESCO (2023b), “Global Education Monitoring Report, 2023: Technology in education: a tool on whose terms?”, UNESCO, en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723> (consulta: 1 de julio de 2023).
- ZHAO, Wayne Xin, Kun Zhou, Junyi Li, Tianyi Tang, Xiaolei Wang, Yupeng Hou, Yingqian Min, Beichen Zhang, Junjie Zhang, Zican Dong, Yifan Du, Chen Yang, Yushuo Chen, Zhipeng Chen, Jinhao Jiang, Ruiyang Ren, Yifan Li, Xinyu Tang, Zikang Liu, Peiyu Liu, Jian-Yun Nie y Ji-Rong Wen (2023), “A Survey of Large Language Models”, *arXiv*, vol. 1, en: <http://arxiv.org/abs/2303.18223> (consulta: 11 de agosto de 2023).

Una perspectiva sobre la inteligencia artificial en la educación

ZAIRA NAVARRETE-CAZALES*

HÉCTOR MANUEL MANZANILLA-GRANADOS**

Se presenta una descripción de lo que significa la enseñanza automática por medio de la inteligencia artificial (IA) mediante ejemplos realizados con algunos agentes digitales de libre acceso. Además, se examina el interés de las grandes compañías internacionales sobre el negocio de la educación automática basada en IA. Se analiza el posible impacto de la IA en un país en desarrollo como México, con base en algunos de los principales lineamientos propuestos por la UNESCO. Para ello, se recupera una serie de documentos que nos permiten examinar los beneficios, los desafíos y las políticas internacionales propuestas en torno a la IA. Se concluye que la automatización de la educación por medio de IA no necesariamente es la mejor opción, a pesar de su creciente popularidad a nivel mundial.

Palabras clave

Inteligencia artificial

Redes neuronales

Educación

Políticas educativas

Educación automática

DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61693>

* Profesora del Departamento de Pedagogía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (México). Doctora en Ciencias. Líneas de investigación: políticas y usos de TIC en educación; formación profesional y construcción de identidades; historia y perspectiva de la pedagogía en México; educación comparada e internacional. Publicación reciente: (2023), "Políticas educativas para la integración de las TIC en el sistema educativo nacional mexicano", *Apertura*, vol. 15, núm. 2, pp. 134-151. DOI: <https://doi.org/10.32870/Ap.v15n2.2419>. CE: znavarrete@filos.unam.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2293-2058>

** Profesor-investigador de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (IPN) (México). Doctor en Ciencias. Líneas de investigación: políticas y tecnologías de la información y la comunicación en educación básica y superior; políticas para la innovación e inclusión desde una perspectiva comparada; *software* educativo. Publicación reciente: (2023, en coautoría con Z. Navarrete y P. López), "Políticas para la innovación, inclusión y TIC en Bolivia, Paraguay y Uruguay", *Revista Educação & Sociedade*, vol. 44, pp. 1-18, en: <https://www.scielo.br/j/es/i/2023.v44/>. CE: hmanzanilla@ipn.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0276-1853>

INTRODUCCIÓN¹

En los años cincuenta se inició el desarrollo de lo que hoy conocemos como inteligencia artificial. Entre los fundadores se encuentra Alan Turing, quien propuso la idea de una “máquina universal” —que podría simular cualquier máquina computacional— y el “test de Turing” para medir la capacidad de una máquina para exhibir un comportamiento indistinguible del comportamiento de un ser humano. John McCarthy (2007), conocido como el “padre de la IA”, fue quien acuñó el término “inteligencia artificial (IA)” en 1955 y conceptualizó a la IA como un campo de estudio formal. Otros investigadores como Marvin Minsky, Allen Newell, Herberth A. Simon y Claude A. Shannon sentaron las bases y desarrollaron el concepto de redes neuronales; además, diseñaron los primeros programas de IA y de la informática. La historia posterior a esto podría ser muy larga y queda fuera del alcance del objetivo de este trabajo, sin embargo, puede consultarse Nilsson (1998) y Minsky (2006).

Pero ¿qué es la inteligencia artificial? Se puede considerar a la inteligencia artificial (IA) como un subcampo de la informática que se enfoca en el desarrollo de sistemas capaces de realizar tareas que, tradicionalmente, requieren de la inteligencia humana. Estas tareas incluyen el procesamiento de lenguaje natural, la toma de decisiones, el reconocimiento visual y auditivo, así como el aprendizaje y la adaptación a partir de datos. Para ser más concretos, podríamos desglosar a la IA en términos de sus componentes y objetivos:

- *Aprendizaje (o aprendizaje automático)*: es la capacidad de un sistema para mejorar su rendimiento en una tarea a partir de datos y experiencias pasadas sin ser explícitamente programado para ello (Bishop, 2006; Russell y Norving, 2010).²
- *Razonamiento*: es la capacidad de resolver problemas a través de un proceso lógico, haciendo uso de la información disponible (Association for Automated Reasoning, 2023).
- *Autonomía*: hace referencia a la habilidad de un sistema de operar y tomar decisiones sin intervención humana.

¹ Los autores agradecen al proyecto de investigación “Desarrollo de software de graficación tridimensional para la enseñanza de la física y análisis vectorial”, PY-20231495, del IPN. Y al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores por el estímulo SNI-CONACYT.

² Cabe señalar que la “enseñanza automática” y la “enseñanza automatizada” pueden sonar similares, pero generalmente se refieren a conceptos diferentes en el ámbito de la educación y la tecnología. La enseñanza automática (*machine learning*) es una rama de la inteligencia artificial que se enfoca en el desarrollo de sistemas que pueden aprender de los datos. El objetivo es permitir que las máquinas mejoren su rendimiento en una tarea específica con experiencia, es decir, con más datos y algoritmos de aprendizaje. No se refiere directamente a la educación de seres humanos, sino al proceso mediante el cual las computadoras “aprenden” de los datos para realizar predicciones o decisiones sin estar explícitamente programadas para cada situación (Bishop, 2006). Por su parte, la “enseñanza automatizada” se refiere al uso de tecnologías para automatizar elementos del proceso de enseñanza. Esto puede incluir el uso de sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), tutores inteligentes y otras formas de instrucción asistida por ordenador que proporcionan contenidos educativos, evaluaciones, retroalimentación y personalización del aprendizaje sin intervención constante de un instructor humano. El objetivo es hacer la enseñanza y el aprendizaje más eficientes, personalizados y accesibles (Simonson *et al.*, 2019).

- *Procesamiento de lenguaje natural (PLN)*: es la capacidad de un sistema para comprender y generar lenguaje humano, además de permitir una interacción fluida con los usuarios (Jurafsky y Martin, 2023).
- *Percepción*: se refiere a la habilidad de un sistema de interpretar el mundo que lo rodea mediante el reconocimiento de objetos, sonidos, textos y otros estímulos (Szeliski, 2022).
- *Interacción y robótica*: es la capacidad de un sistema para moverse y operar en el entorno físico, así como interactuar con otros agentes y seres humanos.

Cada uno de estos aspectos de la IA son, por sí mismos, un campo de investigación, lo cual hace muy complejo su estudio general; básicamente, es casi imposible ser un experto en IA en todos sus campos.

Para fines de la presente investigación nos enfocaremos en la manera en la que la IA está incidiendo en el ámbito formativo. Por ejemplo, de manera directa, analizaremos cómo es que la IA se está posicionando a nivel global en los temas de enseñanza y educación; y comentaremos algunos de los lineamientos más importantes sobre el uso de la IA emitidos por organismos internacionales hasta el momento de esta investigación. Así mismo, analizaremos cómo la IA influirá en la sociedad a través de la contratación de compañías globales especializadas en vender educación automática.

Conviene destacar que la IA también incidirá de forma indirecta en nuestra vida cotidiana, por ejemplo, en el desarrollo de chips inteligentes que harán más eficientes nuestros computadores, facilitarán el transporte autónomo, harán el trabajo robotizado más eficiente y desarrollarán *software* que facilite la detección de diferentes problemas en la infraestructura de nuestras sociedades, el diseño de medicamentos, etc. (Negnevitsky, 2022).

El objetivo de este artículo es dar cuenta de la manera en la que la IA incide en el ámbito formativo; y para ello retomaremos aspectos que se relacionan con su funcionamiento y aplicación. Se adoptó una aproximación metodológica de carácter cualitativo, específicamente de corte documental, y sobre esa base se recuperó una serie de investigaciones para construir el aparato conceptual y analizar las diversas proyecciones que implica la implementación de la IA en las aulas, así como reconocer sus desafíos.

LA METÁFORA DE UNA RED NEURONAL PARA LA IA

Sería sumamente provechoso obtener una comprensión concisa de cómo opera la inteligencia artificial (IA) sin la necesidad de adentrarse en disciplinas como matemáticas, física, informática y redes neuronales, entre otras. Esta simplificación permitiría una descripción clara, aunque no necesariamente precisa, de la IA. Es importante resaltar que, en la actualidad, según registros de Google Books existe una amplia cantidad de libros dedicados a este tema. Por lo mencionado con anterioridad, en este apartado trataremos de explicar de manera simple dicho predicamento.

En primer lugar, está el empleo de la IA en la enseñanza por medio de una serie de preguntas que podríamos plantear a un ordenador; nuestros cuestionamientos podrían ser de cualquier tipo o clase. En segundo lugar, imaginemos que nos encontramos frente a nuestra computadora y por medio de una sentencia escrita, un comando de voz u otra forma de comunicarnos, por ejemplo, un menú de opciones desplegado en nuestra computadora o móvil, sea posible hacerle una pregunta sobre el tema que queremos comprender. En este momento nos convertimos en receptores de información; podría decirse que el individuo está interesado en aprender y que la máquina sería el dispositivo encargado de aclarar sus dudas. Dado que nuestra pregunta puede ser de cualquier clase, se puede pensar que nuestra máquina tratará de comportarse como un buscador (Google, Firefox, Bing, etc.) y nos dará alguna o algunas de las posibles respuestas que sea capaz de encontrar en una inmensa base de datos. Pero resulta que esto no es así; lo que ocurrirá es que la IA será capaz de *calcular* la mejor respuesta a nuestra pregunta haciendo uso de una red neuronal.

La red neuronal funciona como un algoritmo matemático que se ejecuta en un ordenador; este algoritmo está compuesto por capas de “neuronas” que procesan información. De manera simplificada, realiza lo siguiente:

- *Neuronas y capas*: imagina que se tiene una serie de luces (neuronas) organizadas en filas (capas). La primera fila de luces representa los datos de entrada y la última fila representa el resultado.
- *Pesos*: cada luz en una fila está conectada a todas las luces en la siguiente fila mediante cables. Cada cable tiene un “peso” (un número o probabilidad), que puede considerarse como una resistencia que modifica la señal que pasa a través de él. Estos pesos son, esencialmente, valores en una matriz (un arreglo de números formados por filas y columnas).
- *Procesamiento*: cuando “se encienden” las luces de entrada (introducimos datos), esa luz (señal) pasa a través de los cables hacia la siguiente fila de luces. La cantidad de luz que recibe cada luz en la segunda fila depende de los pesos de los cables por los que pasó.
- *Función de activación*: antes de que una luz en la segunda fila pueda encenderse, la señal total que recibe se pasa a través de una “función de activación”. Esta función decide si la luz debe encenderse y cuánto debe brillar. Una función común es la función sigmoide, que convierte cualquier señal entrante en un valor entre 0 y 1.
- *Propagación*: este proceso se repite, capa por capa, hasta llegar a la última fila de luces, que representa la salida.
- *Aprendizaje*: inicialmente, los pesos (resistencias en los cables) se establecen al azar. Durante el entrenamiento se ajustan repetidamente para que, al introducir ciertos datos de entrada, la red produzca la salida deseada.

Al finalizar el proceso anteriormente descrito, se obtiene la respuesta deseada, es decir, después de filtrar la información de entrada, la red, de

acuerdo con los pesos (valores que se tienen en la matriz de pesos) llega a la etapa final con una respuesta que arrojará el sistema.

Como se puede observar con la alegoría de las luces, el desarrollo de las redes neuronales implica diversos aspectos: a) la programación de una interfaz en web a través de la cual nos comunicamos; b) un algoritmo complejo que involucra conocimientos avanzados de matemáticas y de programación (construcción de la red neuronal) para ejecutarlos; c) el entrenamiento previo de una red amplia que contenga básicamente todos los temas posibles de la humanidad (el cálculo de los valores numéricos previamente obtenidos para que la red arroje las respuestas correctas); y d) la infraestructura necesaria para ejecutar cálculos, que sólo pueden ser realizados por empresas con recursos económicos “infinitos” y conocimientos muy especializados, tales como Microsoft, Google, Facebook e IBM, que son de alcance mundial.

Lo mencionado en el párrafo anterior implica que muchas naciones serán incapaces de reproducir este tipo de tecnologías —y mucho menos de estar a la vanguardia de sus transformaciones—, lo que de alguna manera hace que países con escaso desarrollo económico se vuelvan aún más dependientes y vulnerables. A pesar de ello, consideramos que es necesario que quienes nos encontramos en el ramo de la docencia y la educación podamos desarrollar actitudes y aptitudes para aprender sobre IA y la manera en la que impacta en el proceso formativo.

De regreso a la metáfora de las redes neuronales podemos decir que existen muchos métodos para crearlas, optimizarlas, etc., lo que las convierte en un campo atractivo para la investigación, ya que constantemente se están diseñando y creando nuevos métodos (algoritmos) de funcionamiento.

UN CONTACTO SIMPLE CON LA IA

Para tener una idea de qué puede hacer una IA, pongamos como ejemplo al ChatGPT-4 (GPT= *generative pre-trained transformer*).³ Supongamos un estudiante que está aprendiendo conceptos básicos de álgebra aplicada al razonamiento matemático e intenta utilizar esta IA para resolver el siguiente problema que le dejó el profesor: el papá de Juan tiene el doble de la edad de Juan y le lleva 30 años. ¿Cuál es la edad de Juan? Respuesta de la IA ChatGPT-4, versión más moderna de paga. La versión 3.5 es libre:

Si llamamos J a la edad de Juan, entonces la edad del papá de Juan es 2J.

La diferencia de edad entre ellos es $2J - J = J$.

Dado que esa diferencia es de 30 años, tenemos:

$J = 30$

Por lo tanto, Juan tiene 30 años y su papá tiene 60 años.

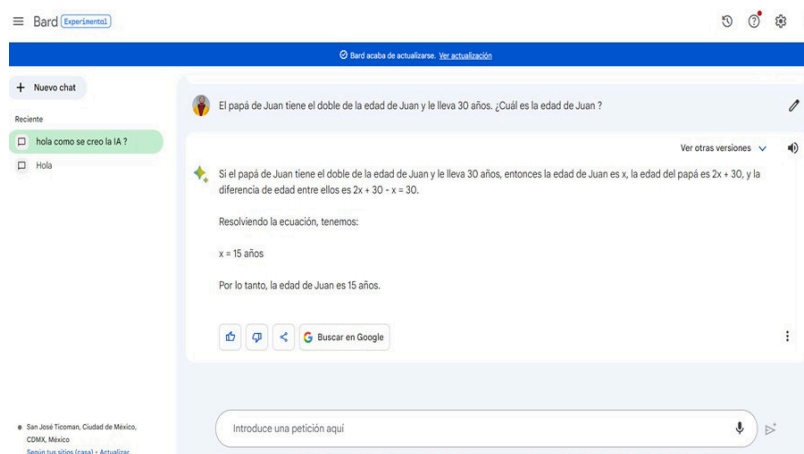
³ GPT-4 es un modelo de lenguaje creado por OpenAI. Se lanzó el 14 de marzo de 2023 y está disponible a través de la API y para los usuarios de ChatGPT Plus. También existe la versión gratuita v-3.5.

Con base en la respuesta, si suponemos que J es la edad de Juan, entonces el doble de la edad de Juan es $2J$, y la diferencia entre la edad del papá de Juan y Juan será: $2J - J = 30$; por lo que $J = 30$. Como podemos ver, la respuesta es correcta, sin embargo, el planteamiento de las ecuaciones no lo es, ya que la ecuación $2J - J = J$ implica que $J = J$; esto es válido para todos los valores reales de J y, por ende, habrá infinitas soluciones, es decir, J puede tomar los valores de todos los números reales, lo cual es incorrecto.

Entonces, si bien la respuesta final de esta IA es correcta, es como si se tratara de una caja negra, ya que desconocemos el procedimiento realizado para llegar al resultado. Esto implica una interrupción (un “acortamiento” o reducción) en el aprendizaje que genera confusión en los estudiantes que no poseen experiencia previa en el tema al recibir la respuesta correcta como resultado de un procedimiento erróneo. En realidad, el procedimiento algebraico sería mucho más claro y fácil de entender con un libro y un docente que brinde un acompañamiento adecuado.

Al intentar resolver el mismo problema con otro tipo de inteligencia artificial (Google Bard), que es de aprendizaje continuo, obtenemos el siguiente resultado: el papá de Juan tiene el doble de la edad de Juan y le lleva 30 años. ¿Cuál es la edad de Juan? Respuesta de Bard:

Figura 1. Solución obtenida con Bard de Google

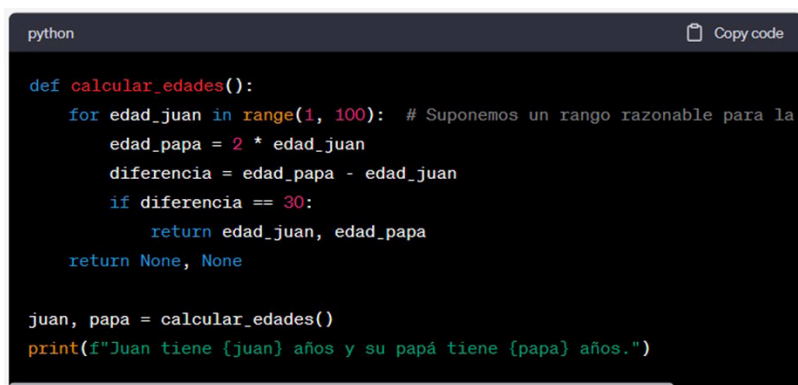


Fuente: captura de pantalla de la respuesta de Google Bard.

Como puede observarse, esta IA tiene un problema no sólo en sus ecuaciones, sino también en su lógica y en su resultado. De acuerdo con el enunciado, el padre de Juan tiene el doble de la edad de Juan, no hay más. La respuesta, por tanto, es incorrecta. Nuevamente la IA de última generación ha fallado en algo tan sencillo como esto. Ello no significa que no sirva o no haga nada bien, pero este ejemplo devela que no es infalible y que sí puede representar un riesgo para la persona que hace una consulta sin conocer acerca del tema. La IA, por el momento, no debería sustituir a los libros y, mucho menos, a los profesores.

Ante el hecho anterior, es importante mencionar que, si un profesor le pide a IA-GPT que escriba un código de este problema en un lenguaje científico de programación en matemáticas, llamado Python, se obtiene:

Figura 2. Código del problema en lenguaje científico de programación (Python)

A screenshot of a Python code editor window. The window has a dark background and a title bar that says "python". In the top right corner, there is a "Copy code" button. The code is written in a light-colored font. It defines a function called "calcular_edades()" which takes no arguments. Inside the function, there is a "for" loop that iterates over "edad_juan" from 1 to 100. Inside the loop, "edad_papa" is calculated as "2 * edad_juan", and "diferencia" is calculated as "edad_papa - edad_juan". An "if" statement checks if "diferencia" is equal to 30. If true, it returns "edad_juan" and "edad_papa". After the loop, it returns "None, None". Below the function definition, there is a call to "calcular_edades()" and a "print" statement that formats the output as "Juan tiene {juan} años y su papá tiene {papa} años.".

```
python
Copy code

def calcular_edades():
    for edad_juan in range(1, 100): # Suponemos un rango razonable para la
        edad_papa = 2 * edad_juan
        diferencia = edad_papa - edad_juan
        if diferencia == 30:
            return edad_juan, edad_papa
    return None, None

juan, papa = calcular_edades()
print(f"Juan tiene {juan} años y su papá tiene {papa} años.")
```

Fuente: captura de pantalla de la respuesta de GPT.

El algoritmo es capaz de calcular y resolver este problema de manera automática, sin que previamente el instructor sepa de programación; en este ejemplo se puede apreciar, por lo tanto, que una IA no es un buscador más, sino una herramienta de cálculo que es capaz de generar un lenguaje que permite obtener una respuesta correcta para cualquier problemática similar, en tanto que construye un algoritmo que puede ser comprendido en cualquier lenguaje. Hay que subrayar que, tanto la interpretación en lenguaje humano como el de programación requieren de un interlocutor con conocimiento del tema que pueda validar la veracidad de la respuesta creada por la IA.

En resumen, para trabajar con IA es importante contar con un bagaje sobre el tema de consulta. La IA es una herramienta que ahorra tiempo, facilita los caminos, pero no es infalible y no debe aconsejarse que la utilicen personas sin conocimiento en el tema que se consulta, ya que la información que aporta debe ser considerada siempre con reserva.

Entonces, podríamos pensar que, dado que las redes neuronales están evolucionando constantemente, los errores serán cada vez menores y habrá resultados más exactos, pero mientras las redes no estén certificadas en cuanto a la precisión de sus respuestas, es aventurado recomendarlas o reconocerlas como medios digitales eficaces e infalibles para el aprendizaje, tal como pudimos ver en estos tres ejemplos. Así, los actores educativos deberán considerar el manejo de IA para desarrollar habilidades y conocimientos sobre su uso, con el objetivo de generar aprendizajes que satisfagan las necesidades de los alumnos.

EL INTERÉS DE LAS GRANDES COMPAÑÍAS RELACIONADAS CON LA IA EN LA EDUCACIÓN

Según el Centro Nacional de Estadísticas de la Educación (NCES), el gasto en educación en Estados Unidos en 2022 fue de 813 mil 500 millones de dólares, equivalente a un 3.6 por ciento (aproximadamente) de su PIB (NCES, 2023). Es, sin duda, una cantidad considerable de dinero. Si una empresa pudiera beneficiarse con el uno por ciento de este capital, equivaldría a 8 mil millones de dólares al año. Si consideramos esta hipótesis, no es de extrañar que grandes compañías tengan un enorme interés en desarrollar sistemas automáticos de enseñanza; la IA incluye este aspecto dentro de sus objetivos. También es posible que el interés de las empresas globales se extienda incluso a otros países y, posiblemente, en un futuro todas las naciones estarán digitalizadas.

En un panorama hipotético donde las IA tuvieran capacidades lo suficientemente buenas para transmitir conocimientos de manera eficaz, como lo son los libros de texto, y que se pudieran desarrollar al mismo nivel de los profesores, se podría plantear la creación de escuelas virtuales con enseñanza a distancia mediante un sistema de cobro. Esto no es nuevo, ya que desde el siglo XIX ha habido cursos por correspondencia de diferentes áreas técnicas del conocimiento (electricidad, motores, cocina, manualidades, etc.). La diferencia ahora sería la intención de dichas empresas de lograr un impacto global y masivo.

A continuación, se plantean algunos cuestionamientos acerca del uso de la IA en la educación:

1. ¿Qué pasaría con los profesores si son desplazados por máquinas?, es decir, ¿qué harían estas personas, a qué se dedicarían de acuerdo con su experiencia laboral?, ¿cuál sería la presión que ejercerían los sindicatos sobre el gobierno?
2. Cuando la planta docente deje de percibir ingresos, ¿cómo se vería afectada la economía global de la sociedad?, ¿qué pasará cuando los ingresos se concentren en las manos de unos cuantos empresarios de las tecnologías de la información?
3. ¿Qué pasará con los jóvenes que crezcan en un ambiente de aislamiento social?, ¿cómo se verá afectada esa posible generación virtual? Con lo experimentado en la pandemia se podría plantear una posible respuesta.
4. ¿Qué pasará con el consumo de energía eléctrica necesario para atender la alta demanda de los servidores que se requerirían para procesar los requerimientos de una IA internacional?, ¿se tendrá la suficiente energía limpia necesaria para satisfacer estas demandas?
5. En cuanto a la pobreza y pobreza extrema, que cada vez es mayor a nivel mundial (ONU, 2023), ¿cómo se podrá tener acceso a las IA si las nuevas plataformas en desarrollo tendrán que ser pagadas a manera de *streaming*, como son ahora las plataformas de entretenimiento como Netflix, Amazon Prime Video, Spotify, etc.?

6. ¿En qué proporción se afectaría el presupuesto de las grandes universidades e instituciones educativas con la implementación de la IA dentro de sus planes de estudio a distancia?
7. Si los gobiernos aceptaran la IA como la forma estándar de enseñar, ¿quiénes serían los encargados de crear los nuevos planes de estudio y cómo se adaptarían éstos a los diversos entornos socioeconómicos de diferentes países en diferentes etapas de desarrollo?

Como podemos observar, muchos sectores de población de la mayoría de los países quedarían en clara desventaja en cuanto al acceso a esta educación; lamentablemente no es un escenario imposible. Ya que esto es factible, hay que reconocer que la no socialización del conocimiento muy probablemente tendrá un impacto negativo sobre los individuos, lo cual podría generar, a su vez, comportamientos antisociales de sectores que no encuentren oportunidades para integrarse al trabajo en la etapa laboral y que no sean capaces de trabajar en equipo.

Si se justificara el empleo de la IA en la educación como una sustitución parcial o total de las escuelas, no habría certeza de que los estudiantes hayan adquirido las competencias relacionadas con la especialidad del nuevo profesional; además, habría que hacer estudios acerca de si realmente disminuirá la huella de carbono al sustituir la educación tradicional (por la producción de libros, por ejemplo) por aquella basada en IA.

En cuanto a quiénes realmente podrían tener acceso a la IA, es evidente que sólo serán los que puedan costearla, ya sea de manera indirecta, por medio de apoyos gubernamentales, o con dinero propio. Como comentaremos más adelante, las empresas transnacionales tienen diferentes planes económicos, tanto para emplear sus herramientas de IA en diversas aplicaciones empresariales, como para el empleo de *chat bots* inteligentes para la enseñanza; éstos pueden ser muy bien adaptados en desarrollos web de páginas virtuales educativas que son relativamente fáciles de programar en servidores como Azure, Glitch, etc. En resumen, todas estas aplicaciones tendrán un costo y los más pobres y vulnerables difícilmente podrán pagarlo.

Cabe mencionar ahora, en línea con lo anterior, el objetivo 4 de la agenda 2030: “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos”. Este objetivo no está ni cerca de cumplirse, como puede verse, por ejemplo, en Navarrete y López Hernández (2022); Lloyd (2020); Astudillo *et al.* (2020).

Ante lo planteado con anterioridad, es importante resaltar el impulso que se le está dando a la IA en la automatización de la educación, expresado de forma breve en los planteamientos de las siguientes empresas globales.

Google for Education

En la página web de Google for Education se ofrece una gama de productos que potencian la educación. La plataforma de Workspace for Education cuenta con diversos productos gratuitos como:

- Google Classroom: una plataforma de aprendizaje en línea que permite a los maestros crear y distribuir tareas, calificar trabajos y comunicarse con los estudiantes.
- Google Search: un motor de búsqueda que permite encontrar información sobre cualquier tema.
- Google Docs, Sheets y Slides: una suite de aplicaciones de productividad que permite crear y editar documentos, hojas de cálculo y presentaciones.
- Google Translate: un servicio de traducción que permite comunicarse con personas de todo el mundo.
- Google Arts & Culture: una plataforma que hace posible explorar obras de arte, artefactos y sitios históricos de todo el mundo.
- Google Expeditions: una plataforma de realidad aumentada para explorar lugares remotos y entornos virtuales.

Como se ha dicho, un ejemplo de los diversos productos gratuitos que ofrece Google en los que se emplea la IA es Google Classroom, mismo que realiza las siguientes actividades:

- Revisión automática de tareas: la IA se puede utilizar para revisar automáticamente las tareas de los estudiantes, lo que libera tiempo para que los profesores se centren en otras diligencias.
- Adaptación del aprendizaje: realiza ajustes a las lecciones y tareas y las vincula con las necesidades individuales de los estudiantes. Esto se puede hacer mediante el establecimiento de diferentes niveles de dificultad, tipos de actividades y de retroalimentación que se ofrecen.
- Seguimiento del progreso: utilizado para rastrear el progreso de los estudiantes a lo largo del tiempo. Esto puede ayudar a los maestros a identificar a quienes necesitan ayuda adicional y a proporcionarles el apoyo que requieren.
- Identificación de estudiantes en riesgo: se puede utilizar para identificar a los educandos que están en riesgo de abandonar la escuela o de tener problemas académicos. Esto puede ser funcional para los profesores, pues proporciona una atención especializada orientada a alcanzar los aprendizajes esperados establecidos en el currículo.

Como puede observarse, la IA puede emplearse de diferentes maneras en las aplicaciones educativas de Google, pero el negocio de la empresa no está enfocado en el empleo gratuito de las mismas, sino más bien en la venta integral de sus servicios en forma de paquetes a instituciones educativas. Es fácil obtener información más detallada de la compañía a través de su equipo de ventas.

Microsoft Edge

Microsoft ha desarrollado el concepto de asistente virtual de la enseñanza por medio de su plataforma (servidor) de Open Azure AI Service, que

básicamente ofrece la posibilidad de utilizar un *chat bot* en cualquier aplicación web educativa que deseemos desarrollar en un servidor de Azure, a través del pago de una tarifa mensual.

En la página de Microsoft se anuncia:

Explore nuevas oportunidades con la IA en la educación [y comenta el siguiente éxito con el ministro de educación de Arabia Saudita]: El futuro presenta numerosas oportunidades y desafíos, y como ministro de Educación, estamos ansiosos por aprovechar las oportunidades y enfrentar cualquier desafío. Creemos que la integración de la IA en nuestro sistema educativo y el aprovechamiento de tecnologías modernas y de vanguardia es clave para mejorar la calidad de la educación y equipar a nuestros futuros líderes con las habilidades que necesitan para prosperar en un mundo en constante evolución. Nuestra asociación con Microsoft para construir un tutor basado en IA es otro paso en nuestros esfuerzos continuos para mejorar la experiencia de aprendizaje de nuestros estudiantes. Continuaremos trabajando codo a codo con nuestros socios para contribuir a impulsar el futuro de la educación (Microsoft, 2023: s/p).

Se puede observar cómo esta compañía ha llegado hasta la médula de dicho país y ha convencido a sus gobernantes de que dirigirse hacia una empresa privada (Microsoft) que vende educación automática por la IA (y que, a propósito, vende ChatGPT-3.5), es una buena inversión para la educación pública. Es importante señalar que una inversión de esta naturaleza no debería realizarse a la ligera, sino a partir de un análisis minucioso de costo-beneficio social.

Un ejemplo de dicho análisis es el siguiente: supongamos que una laptop con buena capacidad de procesamiento cuesta 16 mil pesos mexicanos; si su tiempo de vida útil antes de volverse obsoleta es de cuatro años en promedio, podríamos decir que emplearla implicaría un gasto aproximado de 4 mil pesos anuales, que dividido por 12 meses equivale aproximadamente a 330 pesos mensuales. Si sumamos el consumo de energía que implica su uso, supongamos, 30 pesos mensuales, el empleo de una laptop por persona equivaldría aproximadamente a unos 360 pesos mensuales. Y si adicionalmente a esto suponemos el costo aproximado de Internet —unos 300 pesos mensuales más el costo de la suscripción para el empleo de la IA— estaríamos hablando de 350 pesos (considerando el precio actual del ChatGPT-4). Entonces tenemos que el costo aproximado por tener el servicio de IA de paga sería aproximadamente de unos 1000 pesos mensuales.

Si consideramos que, de acuerdo con el INEGI, menos de 78 por ciento de los mexicanos gana más de 3 salarios mínimos (INEGI, 2023), es decir que aproximadamente 78 por ciento de los mexicanos ganan entre 5 mil 550 y 15 mil 750 pesos mensuales; se tiene, de manera burda con este cálculo, que cerca de 80 por ciento de los mexicanos verían comprometidos sus ingresos entre un 6 y un 18 por ciento, lo cual, en nuestra opinión, es un incremento significativo en el gasto de la mayoría de las familias mexicanas. El empleo de la IA en una familia mexicana es equivalente al costo de la canasta básica de un individuo,

que según la región geográfica y de acuerdo con la Procuraduría Federal del Consumidor, oscila entre 750 y 1 mil 100 pesos mensuales (Profeco, 2023). En resumen, podríamos decir que para 80 por ciento de las familias mexicanas usar la IA sería equivalente a adoptar a un miembro más en la familia.

Este simple ejercicio nos muestra que el acceso a este tipo de tecnologías seguramente no estará al alcance de la mayoría de la población, por lo que una inversión pública en este campo en un país con ingresos tan bajos como México beneficiará sólo a un porcentaje bajo de la población, a las empresas globales de la IA y, posiblemente, a la élite política encargada de negociar esto.

IBM Watson

Aquí presentamos un anuncio del Watson Education Classroom de IBM.

Watson Education Classroom está llevando la educación a la era cognitiva transformando la experiencia de aprendizaje a través de la personalización. Las soluciones cognitivas que entienden, razonan y aprenden ayudan a los educadores a obtener percepciones sobre los estilos de aprendizaje, preferencias y aptitudes de cada estudiante. Los resultados son trayectorias de aprendizaje holísticas para cada alumno a lo largo de su viaje de aprendizaje de por vida. Watson Education Classroom es una solución en la nube que ayuda a los maestros a ofrecer un aprendizaje verdaderamente personalizado para mejorar los resultados de los estudiantes. Con Watson Education Classroom, los maestros obtienen los datos para comprender las necesidades de los estudiantes y personalizar las actividades de aprendizaje. Los maestros pueden buscar y compartir contenido educativo, incluyendo planes de lección, exámenes y hojas de trabajo, todo con una interfaz intuitiva y centrada en el profesor (IBM, 2023).

Amazon Alexa

También Amazon está compitiendo por la industria de la educación. A través de su empresa Amazon Web Services (AWS) ofrece un portal sobre educación en cuyo anuncio plantea:

Amazon Web Services (AWS) tiene la misión de acelerar la transformación digital de la educación en colaboración con toda la comunidad educativa, incluidos alumnos, educadores, administradores e investigadores. Más de 14 000 instituciones educativas, desde escuelas primarias y secundarias hasta la educación superior, utilizan AWS para proporcionar soluciones tecnológicas flexibles y asequibles que respaldan su misión principal y cumplen con sus prioridades institucionales estratégicas. Tanto si desea optimizar las operaciones de TI, fomentar el aprendizaje en línea, proteger la información de los estudiantes o conectar los datos de los estudiantes, los servicios de computación en la nube de AWS pueden ayudarle (Amazon, 2023: s/p).

Apple Siri

Este servicio de la empresa Apple promueve la venta de productos como iPad o Mac para emplearlos con su plataforma digital, Siri Educational.

Aunque no pudimos confirmar que Siri ya utiliza IA, sí pudimos constatar que muchas funciones de las tabletas y teléfonos celulares la emplean, por lo tanto, aunque de manera indirecta, la IA está relacionada. En uno de sus eslóganes mencionan:

Enseña. Innova. Inspira. De mil maneras.

Hoy en día, prácticamente no hacemos nada de la manera en que solíamos hacerlo antes. Por eso la tecnología de Apple está pensada para innovar, darles vida a nuevas ideas y desafiar todos los límites. La combinación de un hardware potente y un software intuitivo permite que los profesores y el personal docente creen mejores experiencias educativas para que los estudiantes exploren, aprendan e incluso cambien el mundo, estén donde estén (Apple, 2023: s/p).

Witty Education (Educational Institute Management software)

En la página web del School College Management Software (2023: s/p) se anuncia: “Software basado en la web para escuelas, colegios y facultades afiliadas a universidades nacionales. Automatiza los procesos del instituto educativo, ahorra tiempo, recursos y mejora la calidad de los servicios”.

Plataformas de aprendizaje en línea de Pearson

Nuestras plataformas de aprendizaje digital y soluciones de cursos pueden ayudarte a personalizar experiencias de aprendizaje totalmente en línea y HyFlex, y establecer conexiones significativas con tus estudiantes, sin importar tu nivel de experiencia con el aprendizaje en línea o tu modelo de aula. Con una sólida base en ciencia y diseño del aprendizaje, estas tecnologías inmersivas pueden ayudarte a involucrar a tus estudiantes en un nivel más profundo, obtener una visión de su rendimiento y proporcionar la experiencia práctica que les permitirá aplicar lo que han aprendido para obtener mejores resultados (Pearson, 2021: s/p).

Esta empresa también tiene una plataforma llamada K12 Digital, cien por ciento en línea, en la que el estudiante, mediante el trabajo en conjunto con su profesor y el estudio independiente, puede cursar las asignaturas de secundaria y bachillerato a partir de contenidos alineados a los programas de estudio de México. Aunque en estos temas no se confirma el empleo de la IA, Pearson comenta que sí la utiliza en la enseñanza de idiomas, como se establece a continuación:

Estamos en una misión para transformar el aprendizaje y la evaluación del inglés. Nuestro objetivo es eliminar el estrés, para que nuestros estudiantes puedan alcanzar su máximo potencial. Para lograr esto, estamos aprovechando el poder de la IA y expertos lingüísticos líderes en el mundo (Pearson, 2021, s/p).

Los servicios de Pearson no son gratuitos, pero aseguran que son más económicos que las clases presenciales; tampoco pudimos detectar si entregan títulos de secundaria y bachillerato validados por algún ministerio de educación.

Promethean

Promethean es una empresa de pizarrones inteligentes que cuenta con un *software* que hace que la experiencia didáctica sea más fácil a través de varios programas integrados: Classflow y ActiveInspire. Este *software* tiene muchas funciones didácticas y de organización de clases. También desarrollan *software* basado en IA para la enseñanza (Promethean, 2023); a continuación, mostramos unos de sus eslóganes:

Cuando piensas en IA, usarla en un aula puede que no sea lo primero que te venga a la mente. Sin embargo, muchos educadores dicen que están dispuestos a usar la IA para automatizar tareas administrativas diarias, como un asistente virtual para la gestión del aula, o para ayudar a procesar datos.

Como con cualquier cosa innovadora, ciertos desafíos persisten. El papel, las oportunidades y los desafíos de la IA en el panorama educativo actual y futuro están en el aire, pero ten en cuenta que esta emocionante tecnología ayuda a los administradores, maestros y expertos en TI a simplificar y agilizar sus vidas cotidianas.

¿Has considerado la IA para tu aula? Descarga nuestro libro blanco gratuito sobre IA para aprender sobre los usos, efectos y posibles controversias de implementar la IA en tu currículo de enseñanza (Promethean, 2023, s/p).

Khan Academy

Es una plataforma educativa sin fines de lucro financiada por diferentes empresas como Bank of America, College Board, Bill and Melinda Gates Foundation y otros. Esta plataforma ofrece muchos cursos en línea, a nivel de primaria, secundaria y bachillerato e incluso algunas materias básicas de ciencias naturales e ingeniería.

En su página se puede observar que se ofrecen más de 50 diferentes cursos que, gracias a la IA, se pueden traducir a diferentes idiomas; también trabajan directamente con OpenAI, la compañía que creó ChatGPT, para realizar clases interactivas tipo *chat*. Esta plataforma es reconocida y empleada a nivel mundial, y se basa principalmente en explicaciones basadas en videos. Se caracteriza por ser una empresa sin fines de lucro y se financia mediante patrocinadores y donaciones.

Como puede observarse, hay un gran interés de las empresas monopólicas de *software*, valoradas en cientos de miles de millones de dólares —como Google, Microsoft, Apple y Amazon— que no fueron creadas para educar, pero que ahora ven en la educación global automática por medio de la IA una gran oportunidad de incrementar sus ganancias. Desde nuestro punto de vista esto no es necesariamente bueno, ya que, dado su poderío económico, pueden inducir a los gobiernos —y a las sociedades— a adoptar una forma de enseñar por medio de *chats* inteligentes y que éstos se conviertan, muy pronto, en parte de la vida cotidiana de un porcentaje de la población mundial, sin que antes se haya hecho un análisis profundo de los impactos que tendrá sobre las personas crecer con estas tecnologías.

Aunado a lo anterior, es importante señalar que el empleo rutinario de IA nos permite intuir que la capacidad de interacción social de los individuos podría verse reducida, debido a que no logren madurar adecuadamente o desarrollar una buena capacidad de razonamiento matemático, físico, etc.⁴ Es decir, tendrán a la mano maneras simples de resolver problemas complejos y esto podría obstruir o retrasar el desarrollo, tanto de habilidades sociales como de competencias básicas de lectura, escritura y razonamiento matemático.

Al contar con herramientas que brindan resultados de manera automática se podría generar una falta de capacidad de explorar nuevas respuestas, y esto es peligroso, ya que muchas personas pueden quedar satisfechas con la primera respuesta simple que obtengan acerca de su duda. Por otra parte, si estas nuevas tecnologías tuvieran el éxito que se espera, la brecha entre los más pobres y los que tengan acceso a este tipo de información será mayor, dados los altos costos de su implementación.

Las políticas públicas para la educación de los nuevos individuos estarían también en manos de compañías como las que se mencionaron en párrafos anteriores; los planes de estudio serían globalizados y no específicos para cada región, de manera que los valores humanos aprendidos en las escuelas estarían en riesgo. Las ganancias por las ventas de computadoras, chips, etc., quedarían en manos de las grandes trasnacionales, cuyas sedes están en los países desarrollados, lo cual haría que la brecha tecnológica respecto de los países del Sur global sea cada día mayor, ya que el gasto público que hasta ahora se ha destinado a pagar a los maestros, mantenimiento de escuelas, etc., ahora estaría en manos de un monopolio industrial de *software*.

En cuanto a las opiniones expresadas aquí sobre estas grandes industrias monopolizadoras, no consideramos a Pearson ni a Khan Academy, ya que Pearson pareciera tener una visión diferente —de acuerdo con lo que pudimos ver en su página— porque presenta una perspectiva más pedagógica, integral y amplia. Era de esperar, dado que desde sus orígenes se fundó como una empresa especializada en educar de manera autónoma por medio de una brillante colección de libros. En cuanto a Khan Academy, parece que está orientada a crear material educativo sin fines de lucro, es decir, hacia el desarrollo formativo en lugar del empresarial.

Con base en lo anterior consideramos que, para un país como México, lo más conveniente respecto del uso de la IA es realizar entrenamiento con grandes bases de datos, así como destinar recursos para desarrollo de *hardware* y conocimientos especializados de *software* y de energía, por supuesto. Que le apostemos a algo similar, o quizá más eficiente, pero más económico y de mayor impacto en nuestra sociedad, como pudiera ser la creación de un plan nacional de *software* educativo, diseñado por profesores y expertos en *software* que laboran en las casas de estudio más importantes del país. Creemos que si se propusiera una agenda que atendiera este proyecto, se le dotaría de los

⁴ En Países Bajos ha surgido un proyecto que prohíbe el uso de dispositivos electrónicos en las aulas para evitar los problemas mencionados, aunque esta disposición todavía no se encuentra en un rango legislativo (Armstrong, 2023).

recursos necesarios para crear y desarrollar la educación “automatizada” que el país requiere. Hacemos esta propuesta porque consideramos que existen los recursos humanos con los conocimientos que se requieren para desarrollar el *software* necesario; tenemos catedráticos con el conocimiento adecuado para elaborar material didáctico y las instituciones nacionales capaces de albergar las páginas web a partir de las cuales se pueda descargar *software* educativo que se ejecute en una PC, tableta o teléfono móvil. En pocas palabras, existen en México los elementos necesarios para realizar esto; sólo falta una política nacional capaz de encaminar un proyecto de tal magnitud.

Un ejemplo del avance del uso de la IA en escuelas de educación superior en México es el caso de la Escuela Superior de Cómputo (Escom) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en donde se está desarrollando *software* para la visualización 3D de problemas relacionados con la enseñanza de la materia de análisis vectorial y física con apoyo de IA para la programación.

Es importante mencionar que las propuestas que se realicen deben partir de orientaciones que puedan brindar los organismos internacionales relacionadas con la equidad, la atención a la reducción de brechas sociales y el apoyo a los más vulnerables, por lo que en el siguiente apartado se describen las aportaciones de la UNESCO en materia de IA.

POLÍTICAS Y PRONUNCIAMIENTOS DE LA UNESCO ACERCA DE LA IA

A lo largo del presente trabajo hemos expuesto un panorama del uso de la IA en el contexto educativo y la manera en la que diversas empresas y plataformas han logrado adentrarse en este proceso desde diferentes perspectivas al proponer una serie de herramientas que sirven como apoyo a la enseñanza. En vista de lo anterior, ahora habrá que dar cuenta de las políticas establecidas alrededor del tema.

Dado que la IA proporciona elementos para potencializar la enseñanza, es importante señalar que, a su vez, presenta una serie de desafíos relacionados con la innovación de las prácticas de aprendizaje, el aceleramiento de la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2023) y la atención a las brechas digitales existentes, mismos que ponen en riesgo los principios básicos de inclusión y equidad (UNESCO, 2019a); esta evolución tecnológica conlleva desequilibrios que se deben prever para ser atendidos.

La UNESCO plantea que las IA deben desarrollarse a partir de un enfoque centrado en el ser humano:

La UNESCO tiene como objetivo 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 experiencias culturales, y garantizar que la IA no amplíe la brecha tecnológica dentro 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 (UNESCO, 2019a, s/p).

A partir del Consenso de Beijing celebrado en el año 2019, la UNESCO propuso las pautas para el diseño, planteamiento y evaluación de las políticas educativas en materia de IA; para ello reconoce la complejidad de su desarrollo y subraya que los lineamientos enunciados deberán retomar un enfoque humanista, que dote a los individuos de valores y competencias para “una colaboración eficaz entre el ser humano y la máquina en la vida, el aprendizaje y el trabajo, para el desarrollo sostenible” (UNESCO, 2019b: 29). Por tanto, la IA debe concebirse desde un enfoque ético, que esté en contra de la discriminación, que favorezca la equidad, que impacte de manera positiva en la sociedad y que cuente con procesos de seguimiento y evaluación.

A partir del Consenso se propone que las políticas sobre IA deben tener en cuenta una serie de factores que permitirán otorgar coherencia para su aplicación en todos los niveles formativos, ya que éstas tendrán un carácter multidisciplinario, relacionado con todos los niveles de gobierno. Es fundamental, por lo tanto, tener presentes las fuentes de financiación para su aplicación.

Aunado a lo anterior, un aspecto que es importante resaltar —y que se ha abordado con anterioridad en el desarrollo de este trabajo— es la vinculación de la inteligencia artificial con la docencia, pues la UNESCO expone que, si bien la IA ofrece oportunidades de apoyo a los docentes, no debe considerarse como una sustitución de éstos: “la colaboración entre los docentes y los educandos debe seguir ocupando un lugar esencial en la educación” (UNESCO, 2019b: 31).

El uso ético, transparente y equitativo de la inteligencia artificial se presenta también como un punto fundamental para el desarrollo de las políticas sociales, pues con ello se espera disminuir los sesgos presentes en la población, regular la protección de datos, fomentar el acceso a todos los educandos y adoptar estrategias que recaigan en la mejora educativa.

Por su parte, en el documento *Inteligencia artificial y educación: guía para las personas a cargo de formular políticas* (UNESCO, 2021) se parte de la consideración de que la implementación de la IA puede conducir a exacerbar las desigualdades existentes, y que es necesaria una regulación nacional e internacional que conlleve a la atención de las cuestiones éticas para su uso; en este sentido, propone una serie de medidas para promover su uso equitativo con base en el intercambio de tecnología, programas y recursos entre países.

De esta manera, el principio general de las políticas de IA y educación, según la UNESCO, tendrá un enfoque humanista y estará orientado a “capacitar a las personas con los valores y habilidades necesarios para el desarrollo humano” (UNESCO, 2021: 39) en un entorno en donde se mejoren tanto las habilidades y conocimientos del alumnado como del profesorado de forma equitativa y transparente.

Así, las estrategias orientadas al uso equitativo, inclusivo y ético de la IA deberán considerar el monitoreo de los programas establecidos mediante objetivos que sean cuantificables y que planteen medidas que sirvan de apoyo a los grupos más vulnerables, teniendo en consideración a los estudiantes que poseen diferentes orígenes y capacidades (UNESCO, 2021).

Con base en las recomendaciones establecidas a partir del Consenso de Beijing se puede afirmar que las políticas internacionales y nacionales deben orientarse hacia el desarrollo de estrategias que garanticen el uso de la tecnología para beneficio de la humanidad, acorde con los intereses de los ciudadanos. En este sentido, el primer acuerdo mundial sobre la ética respecto de la IA —establecido en 2021— propone la protección y la promoción de los derechos humanos y de la dignidad humana, dos preceptos fundamentales para la configuración de mecanismos que se orienten a la inclusión de la IA en los sistemas formativos.

En estos planteamientos de la UNESCO identificamos buenos deseos e intenciones nobles, pero en las plataformas que pudimos revisar no las pudimos identificar; por ejemplo, no se dice que una parte de las ganancias obtenidas a partir de aplicar la IA en la educación serán destinadas a crear la infraestructura necesaria para instalar esta misma tecnología en las escuelas rurales y más pobres del Sur global, como pudiera ser establecer comunicación satelital, con Starlink, o donar computadoras y enseñarle a los niños y niñas las cosas que existen en las sociedades económicamente avanzadas. Además, en los planteamientos de las empresas no se deja claro si los beneficios de la IA modificarán los planes de estudio al grado que las personas desarrollarán mejores competencias sobre su ámbito laboral, mejores habilidades cognitivas, etc., ya que es algo nuevo y no se sabe si el contacto prolongado con dispositivos electrónicos, en vez de beneficiarnos, acabe por causar daños en nuestra capacidad de atender y concentrarnos, como se ha observado en el uso prolongado de celulares en los niños. En un estudio desarrollado por Lin *et al.* (2022), por ejemplo, se encontró que el uso prolongado de estos dispositivos produjo una disminución del volumen de materia gris del cerebro de niños y niñas, y que se activó el área del cerebro relacionada con la ansiedad y la depresión.

Tampoco se ha considerado si los lineamientos de la UNESCO que hacen referencia a una mayor inclusión de la IA (*IA para todos*) aluden a que los gobiernos adquieran un mayor nivel de deuda para poder financiarla; como se ha demostrado, los países con mayor deuda externa tendrán en un futuro mayor inflación y tenderán hacia su catástrofe financiera.

En realidad, para el caso de México, no hay ningún estudio que demuestre que la IA, por sí misma, sea mejor para los alumnos y la sociedad que la educación gratuita que ya existe actualmente. Lo que sí es cierto es que, dado el elevado número de personas en el mundo que requerirá educación permanente, esto representará un gran negocio para las empresas que plantean la educación automática. Si cada vez más personas consideran como una necesidad este tipo de educación, esto representará una oportunidad de negocio importantísima para estas empresas; pero también es cierto que el desarrollo del *software* adecuado en la educación podría desarrollar otras capacidades para facilitar la enseñanza en la educación tradicional y complementarla. Ésta podría ser una oportunidad innovadora, mas no imprescindible.

Es importante resaltar que los desarrollos web en educación son muy importantes para los profesores, ya que gracias a ellos pudimos salir adelante durante la pandemia de COVID-19; y que son herramientas indispensables

cuando se trabaja a distancia. La relevancia de estas aplicaciones en ningún momento se ha puesto en duda; lo que se debate es hasta qué punto necesitamos una enseñanza automática generada por la IA, y cuál será el futuro de nuestra sociedad con el desarrollo de esta nueva tecnología.

Por último, observamos que la mayoría de las empresas que ofrecen educación automática únicamente abarcan planes de estudios de enseñanza básica y no ofrecen carreras sobre tecnología de punta, como podrían ser ingeniería en inteligencia artificial o ingeniería en robótica y desarrollo de microprocesadores, que es un campo con mayor impacto económico sobre las naciones y también un mayor desafío.

CONCLUSIONES

De acuerdo a nuestras observaciones, creemos que la aplicación de la IA en la educación automática es un campo que apenas comienza, pero que tiene un gran potencial de desarrollo y que, en un futuro, podrá realizar muchas de las tareas básicas que hace un profesor, como resolver problemas matemáticos sencillos, crear *software* sin tener que ser un experto en lenguaje de programación, ayudar en los trabajos de traducción y redacción, así como apoyar en la revisión de tareas y retroalimentación, entre otros. Pero a corto o mediano plazo no podrá sustituir los valores, vínculos y relaciones que son necesarias en la formación humana.

No se sabe si la enseñanza automática desde la edad temprana tendrá alguna consecuencia a largo plazo sobre el cerebro de las personas, ni se conocen sus posibles efectos adversos en la salud. Se debe tener cuidado a la hora de realizar un contrato público con alguna de las grandes empresas trasnacionales de tecnología, ya que la enseñanza automática es una forma diferente de enseñar, que emplea diferentes herramientas didácticas, etc., lo cual no significa que sea mejor. Lo más fácil no siempre es lo mejor; lo más probable es que sea complementaria.

La enseñanza automática por inteligencia artificial no resuelve el problema de la inclusión a la educación ni garantiza la educación para todas y todos, como pudimos ver en el ejercicio que hicimos según el cual el costo por persona para acceder a esta tecnología podría ser alrededor de los 700 pesos mensuales. Si lo escalamos a un aula de 30 estudiantes estaríamos hablando de un costo de más de 20 mil pesos, que suele estar por encima del sueldo de un maestro promedio de educación básica y que no estaría al alcance de la mayoría de las personas de nuestro país. Existen formas más económicas de automatizar el aprendizaje, por ejemplo, el desarrollo especializado en áreas específicas del conocimiento realizado a través de las instituciones públicas.

REFERENCIAS

- ARMSTRONG, Kathryn (2023, 5 de julio), “Países Bajos anuncia que prohibirá el uso del celular en las salas de clase”, *BBC News Mundo*, en: <https://www.bbc.com/mundo/articles/cxxexe01gxzo> (consulta: 10 de agosto de 2023).
- “Artificial Intelligence in Classrooms” (2023), *Promethean*, en: <https://www.prometheanworld.com/resource-center/guides/artificial-intelligence-in-classrooms/> (consulta: 8 de agosto de 2023).
- ASTUDILLO Torres, Martha Patricia, Florlenis Chévez Ponce y Yesenia Oviedo Vargas (2020), “La exclusión social y las tecnologías de la información y la comunicación: una visión estadística de su relación en la educación superior”, *LiminaR*, vol. 18, núm. 1. DOI: <https://doi.org/10.29043/liminar.v18i1.721>
- BISHOP, Christopher M. (2006), *Pattern Recognition and Machine Learning*, Nueva York, Springer.
- “Computación en la nube de AWS para la educación” (2023), *Amazon*, en: <https://aws.amazon.com/es/education/?wwps-cards.sort-by=item.additionalFields.sortDate&wwps-cards.sort-order=desc> (consulta: 12 de agosto de 2023).
- “Educación superior” (2023), *Apple*, en: <https://www.apple.com/mx/education/higher-education/> (consulta: 12 de agosto de 2023).
- “Explorar nuevas oportunidades con la IA en la educación” (2023), *Microsoft*, en: <https://news.microsoft.com/es-xl/explorar-nuevas-oportunidades-con-la-ia-en-la-educacion/> (consulta: 9 de agosto de 2023).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2023), “Ocupación. Población ocupada según nivel de ingreso, nacional trimestral”, México, INEGI, en: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=602> (consulta: 13 de agosto de 2023).
- JURAFSKY, Daniel y James Martin (2023), *Speech and Language Processing*, Londres, Pearson Education.
- LIN, Hsiu-Man, Yu-Tzu Chang, Meng-Hsiang Chen, Shu-Tsen Lui, Bo-Shen Chen, Lin Li, Chiao-Yu Lee, Yu-Ru Sue, Tsai-Mei Sung, Cheuk-Kwan Sun y Pin-Yang Yeh (2022), “Structural and Functional Neural Correlates in Individuals with Excessive Smartphone Use: A systematic review and meta-analysis”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, núm. 23. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192316277>
- LLOYD, Marion (2020), “Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID-19”, en Hugo Casanova (coord.), *Educación y pandemia: una visión académica*, México, UNAM-IISUE, pp. 115-121.
- MCCARTHY, John (2007), “What is Artificial Intelligence?”, Stanford University, en: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf> (consulta: 24 de julio de 2023).
- MINSKY, Marvin (2006), *The Emotion Machine: Commonsense thinking, artificial intelligence, and the future of the human mind*, Nueva York, Simon and Schuster.
- Naciones Unidas (ONU) (2023), *Objetivos de desarrollo sostenible*, París, UNESCO, en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/poverty/#:~:text=M%C3%A1s%20de%20700%20millones%20de,y%20saneamiento%2C%20por%20nombrar%20algunas> (consulta: 8 de agosto de 2023).
- NAVARRETE, Zaira y Paola Andrea López (2022), “La telesecundaria en México”, *Perfiles Educativos*, vol. 44, núm. 178, pp. 63-78. DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2022.178.60673>
- NEGNEVITSKY, Michael (2022), *Artificial Intelligence: A guide to intelligent systems*, Londres, Pearson Education.
- NILSSON, Nils J. (1998), *Artificial Intelligence: A new synthesis*, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-27773-7>
- “Pearson Digital Hub: la plataforma que tu escuela necesita” (2021), *Pearson*, en: <https://blog.pearsonlatam.com/educacion-del-futuro/plataforma-pearson-digital-hub> (consulta: 12 de agosto de 2023).
- Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco) (2023), *Quién es quién en los precios*, en: <https://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/qqpc.php> (consulta: 8 de agosto de 2023).

- “Reasoning” (2023), Association for Automated Reasoning, en: <https://aarinc.org/> (consulta: 6 de agosto de 2023).
- RUSSELL, Stuart y Peter Norvig (2010), *Artificial Intelligence: A modern approach*, New Jersey, Pearson Education.
- “School College Management Software” (2023), Educational Institute Management Software, en: <https://wittyems.com/school-college-management-software-in-bd> (consulta: 12 de agosto de 2023).
- SIMONSON, Michael, Sharon Smaldino y Susan Zvacek (2019), *Teaching and Learning at a Distance. Foundations of distance education*, EUA, Information Age Publishing.
- SZELISKI, Richard (2022), *Computer Vision: Algorithms and applications*, Nueva York, Springer.
- UNESCO (2019a), “La inteligencia artificial en la educación”, en: <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence> (consulta: 9 de agosto de 2023).
- UNESCO (2019b), *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*, Beijing, UNESCO, en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303> (consulta: 11 de agosto de 2023).
- UNESCO (2021), *Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas*, París, UNESCO, en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376> (consulta: 12 de agosto de 2023).
- “Watson Education Classroom” (2023), IBM, en: <https://www.ibm.com/mysupport/s/topic/0TO50000000Qei8GAC/watson-education-classroom?language=es> (consulta: 10 de agosto de 2023).

Perfiles Educativos publica cuatro números al año con los resultados más recientes de la investigación sobre los distintos aspectos de la educación. Su línea editorial da cabida a los diferentes tipos de indagación, pues considera que las ciencias de la educación se han constituido en un campo inter y pluridisciplinario. La educación es un campo de conocimiento y también un ámbito de intervención, por lo que se publican resultados de investigaciones con referentes teóricos o empíricos, así como desarrollos teóricos y reportes de experiencias educativas acompañados de una fundamentación conceptual.

Perfiles Educativos es una revista de intercambio y debate abierta a todos los interesados en la investigación educativa. Tiene un carácter plural en cuanto al reconocimiento de las diversas disciplinas de las ciencias de la educación, como en lo referente a la perspectiva teórica y metodológica adoptada por cada investigador, siempre y cuando refleje resultados rigurosos de indagación. Está dirigida a investigadores, tomadores de decisiones, especialistas y estudiantes de grado y posgrado relacionados con el campo educativo.

1. Las colaboraciones deberán ser artículos originales e inéditos. Para la sección Claves: artículos de investigación, de carácter teórico o empírico, con una metodología aplicada al estudio; para la sección Horizontes: avances de investigación, desarrollos teóricos, aportes de discusión y debate o reportes de experiencias educativas; y para la sección Reseñas: reseñas temáticas y de libros.
2. Los originales deberán presentarse en versión electrónica y tendrán una extensión de entre 20 y 30 cuartillas (estándar: Times de 12 puntos, interlineado 1.5, con 27-28 líneas, 2000 caracteres sin espacios por cuartilla), esto es, entre 7000 y 10,500 palabras (incluyendo cuadros, gráficas y referencias). Las reseñas serán de publicaciones recientes en educación y constarán de 6 a 10 cuartillas (de 2,100 a 3,500 palabras). No se aceptarán trabajos que no cumplan con los mínimos y máximos establecidos.
3. En el artículo deberá incluirse un resumen de entre 100 y 150 palabras, además de cinco a siete palabras clave, tomando como base el "Vocabulario Controlado del IRESIE", el cual puede consultarse en la página: www.iisue.unam.mx. El título del artículo deberá ser lo más breve y sintético posible. Deberá incluirse también el nombre de los autores y/o autoras del trabajo, grado académico, institución, cargo que desempeñan, temas que trabajan y correo electrónico, así como el título de dos publicaciones que deseen dar a conocer.
4. Las notas del aparato crítico deberán ser lo más concisas posible y se presentarán numeradas al final del artículo. No deberán consistir únicamente en referencias bibliográficas.
5. Los cuadros e ilustraciones deberán utilizarse sólo en la medida en que sean necesarios para el desarrollo y comprensión del texto. Deberán estar acompañados de la palabra "cuadro", "tabla" o "figura", con numerado consecutivo y citando siempre su fuente. Los cuadros y tablas deberán presentarse en formato de texto, no como imagen.
6. Todas las siglas deberán estar desatadas y explicadas, al menos la primera vez que aparezcan.
7. Los artículos deberán incluir sólo referencias bibliográficas, no bibliografía general. Los autores deben asegurarse de que las fuentes a las que se alude en el texto y en las notas al pie de página concuerden con aquellas que aparezcan al final, en el apartado de referencias.
8. Para la identificación de fuentes en el texto se utilizará la forma entre paréntesis (por ejemplo: Martínez, 1986/ Martínez, 1986: 125). En el caso de tres o más autores/as se sintetizará con *et al.* (por ejemplo: Martínez *et al.*, 1986: 125); sin embargo, sus nombres completos deberán aparecer en la lista de referencias al final del artículo.
9. Las referencias al final del artículo deberán aparecer por orden alfabético, como bibliografía.
Ejemplos del estilo utilizado:
Para libros: ALVARADO, Lourdes (2009), *La polémica en torno a la idea de universidad en el siglo XIX*, México, IISUE-UNAM.
Si se trata de un capítulo de libro en colaboración: BAUDOUIN, Jean-Michel (2009), "Enfoque autobiográfico, tutoría implícita y dimensiones colectivas del acompañamiento", en Patricia Ducoing (coord.), *Tutoría y mediación*, México, IISUE-UNAM/Afirse, vol. 1, pp. 31-55.
Para artículos: FUENTES Monsalves, Liliana (2009), "Diagnóstico de comprensión lectora en educación básica en Villarica y Loncoche, Chile", *Perfiles Educativos*, vol. 31, núm. 125, pp. 23-37.
Para páginas web: ORDORICA, Imanol y Roberto Rodríguez (2010), "El ranking Times en el mercado de prestigio universitario", *Perfiles Educativos*, vol. 32, núm. 129, pp. 8-29, en <http://www.iisue.unam.mx/seccion/perfiles> (consulta: fecha).
10. Los trabajos se someterán a un proceso de dictamen donde se conservará el anonimato de quienes realizan el arbitraje, así como de los autores y autoras, a quienes se les dará a conocer el resultado de la dictaminación.
11. Los autores se comprometen a no someter a ninguna otra revista su artículo a menos que *Perfiles Educativos* decline expresamente su publicación. Al aprobarse la publicación de su artículo, ceden automáticamente los derechos patrimoniales de éste a la UNAM y autorizan su publicación a *Perfiles Educativos* en cualquiera de sus soportes y espacios de difusión. La revista permitirá la reproducción parcial o total, sin fines de lucro, de los textos publicados, siempre y cuando se obtenga autorización previa por parte del editor y el autor, y que en la reproducción se explicita que dicho artículo ha sido publicado originalmente en *Perfiles Educativos*.
12. En la edición del artículo se pueden hacer las modificaciones de extensión o estilo que exijan las políticas editoriales de la revista, consultándolo previamente con el autor o la autora.
13. El envío de originales deberá realizarse mediante la plataforma OJS: <http://bit.ly/2jy8ZaZ>



issue