

# 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](mailto: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](mailto:hmanzanilla@ipn.mx). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0276-1853>

## INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

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).<sup>2</sup>
- *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.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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*).<sup>3</sup> 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.

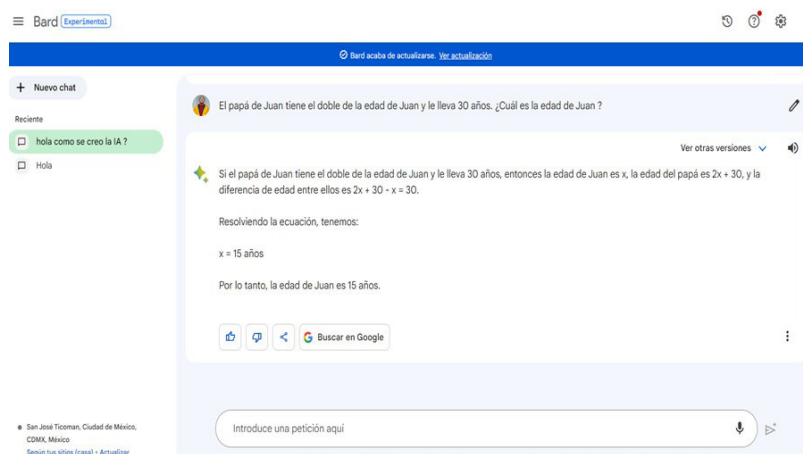
<sup>3</sup> GPT-4 es un modelo de lenguaje creado por OpenAI. Se lanzó el 14 de marzo de 2023 y está disponible a través de la API y para los usuarios de ChatGPT Plus. También existe la versión gratuita v-3.5.

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

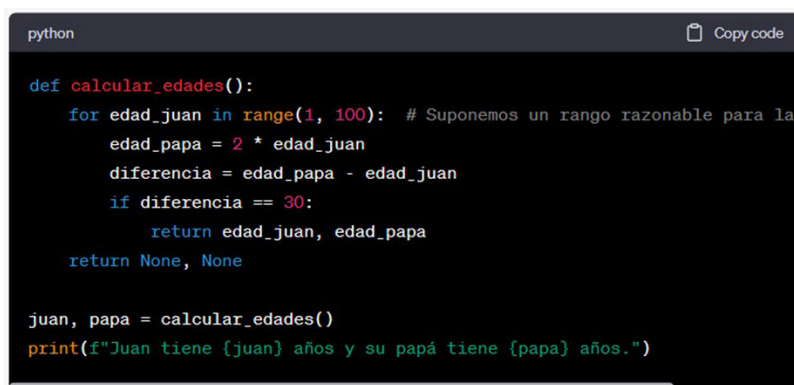


Fuente: captura de pantalla de la respuesta de Google Bard.

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 code editor window titled 'python' with a 'Copy code' button in the top right corner. The code is written in Python and defines a function 'calcular\_edades()' that iterates through ages from 1 to 100. For each age 'edad\_juan', it calculates 'edad\_papa' as twice 'edad\_juan' and finds the difference. If the difference is 30, it returns the pair (edad\_juan, edad\_papa). After the loop, it calls the function and prints the result in Spanish: 'Juan tiene {juan} años y su papá tiene {papa} años.'

```
python
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.<sup>4</sup> 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

<sup>4</sup> 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).