unesco

Inteligencia artificial y educación

Guía para las personas a cargo de formular políticas



Educación 2030

La UNESCO: líder mundial en educación

La educación es la máxima prioridad de la UNESCO porque es un derecho humano esencial y la base para consolidar la paz y el desarrollo sostenible. La UNESCO es la agencia de las Naciones Unidas especializada en educación. Proporciona un liderazgo a nivel mundial y regional para reforzar el desarrollo, la resiliencia y la capacidad de los sistemas educativos nacionales al servicio de todos los estudiantes. La UNESCO lidera los esfuerzos para responder a los desafíos mundiales actuales mediante un aprendizaje transformador, con un enfoque especial en la igualdad de género y África a través de todas sus acciones.

La Agenda Mundial de Educación 2030

En calidad de organización de las Naciones Unidas especializada en educación, la UNESCO ha recibido el encargo de dirigir y coordinar la Agenda de Educación 2030. Este programa forma parte de un movimiento mundial encaminado a erradicar la pobreza mediante la consecución, de aquí a 2030, de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. La educación, fundamental para alcanzar todos estos objetivos, cuenta con su propio objetivo específico, el ODS 4, que se ha propuesto ***"garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos"***. El Marco de Acción de Educación 2030 ofrece orientación para la aplicación de este ambicioso objetivo y sus compromisos.

unesco
Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Educación 2030

Publicado en 2021 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, Francia

© UNESCO 2021

ISBN 978-92-3-300165-7

Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de acceso abierto (www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp).

Título original: *AI and education, Guidance for policy-makers*
Publicado en 2021 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO ni comprometen a la Organización.

La traducción de la Guía al espanol incluyó una revisión técnica por parte del Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información bajo los auspicios de la UNESCO (Cetic.br), del Núcleo de Información y Coordinación del Ponto BR (NIC.br). La traducción fue realizada por Prioridade Consultoria Ltda. La revisión técnica de la traducción al espanol estuvo a cargo de Ana Laura Martinez Tessore (Cetic.br)

Autores: Fengchun Miao, Wayne Holmes, Ronghuai Huang y Hui Zhang
Créditos de la portada: SChompoongam/Shutterstock.com, Lidiia/Shutterstock.com e illustrator096/Shutterstock.
Diseñado por Anna Mortreux

Impreso por UNESCO

Impreso en Francia

CLD 22220

B R E V E R E S U M E N

Inteligencia artificial y educación: Promesas e implicancias

La inteligencia artificial (IA) tiene la capacidad de hacer frente a algunos de los mayores desafíos que afronta, hoy en día, el ámbito de la educación, de desarrollar prácticas de enseñanza y aprendizaje innovadoras y, finalmente, de acelerar el progreso en la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4. No obstante, estos avances tecnológicos rápidos implican inevitablemente numerosos riesgos y retos, que los debates sobre las políticas y los marcos reglamentarios tienen aún dificultades para superar.

Esta publicación ofrece orientación a las personas a cargo de formular políticas sobre la mejor manera de aprovechar las oportunidades y enfrentar los riesgos que presenta la creciente conexión entre la IA y la educación.



Comienza con lo esencial de la IA: definiciones, técnicas y tecnologías. Continúa con un análisis detallado de las tendencias emergentes y las implicancias de la IA para la enseñanza y el aprendizaje, incluyendo cómo podemos garantizar el uso ético, inclusivo y equitativo de la IA en la educación, cómo la educación puede preparar a los seres humanos para vivir y trabajar con la IA, y cómo se puede aplicar la IA para mejorar la educación. Por último, presenta los retos que supone aprovechar la IA para alcanzar el ODS 4 y ofrece recomendaciones concretas para que las personas a cargo de formular políticas planifiquen políticas y programas para los contextos locales.

unesco

"Puesto que las guerras nacen en la mente de los hombres y de las mujeres, es en la mente de los hombres y de las mujeres donde deben erigirse los baluartes de la paz."

Prólogo

El desarrollo rápido de la inteligencia artificial (IA) está teniendo un gran impacto en la educación. Los avances en las soluciones impulsadas por la IA conllevan un enorme potencial para el bien social y la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Para que esto ocurra, es necesario realizar ajustes en las políticas de todo el sistema y esto requiere una sólida supervisión ética, así como un profundo involucramiento de profesionales e investigadores de todo el mundo.

Tanto las personas a cargo de formular políticas y como los educadores se han adentrado en un territorio inexplorado que plantea cuestiones fundamentales sobre la forma en que se relacionará el futuro del aprendizaje con la IA. La conclusión es que el despliegue y el uso de la IA en la educación deben guiarse por los principios fundamentales de inclusión y equidad. Para ello, las políticas deben promover un acceso equitativo e inclusivo a la IA y su uso como bien público, centrándose en el empoderamiento de las niñas y mujeres y de los grupos socioeconómicos desfavorecidos. El creciente uso de las nuevas tecnologías de IA en la educación sólo beneficiará a toda la humanidad si, por su diseño, mejora los enfoques pedagógicos centrados en el ser humano y respeta las normas y los estándares éticos. La IA debe estar orientada a mejorar el aprendizaje de todos los estudiantes, capacitar a los docentes y reforzar los sistemas de gestión del aprendizaje. Más allá de esto, preparar a los estudiantes y a todos los ciudadanos para vivir y trabajar de forma segura y efectiva con la IA es un reto compartido a nivel mundial. Los futuros sistemas de aprendizaje y formación deben dotar a todas las personas de competencias básicas en materia de IA, incluida la comprensión de cómo la IA recoge y puede manipular los datos, y de habilidades para garantizar la seguridad y la protección de los datos personales. Por último, la IA, por naturaleza, trasciende los sectores; la planificación de políticas efectivas de IA y educación requiere la consulta y la colaboración con las partes interesadas de todas las disciplinas y sectores.

La UNESCO ha desempeñado un papel de liderazgo en el fomento del diálogo y el conocimiento en todas estas áreas con los principales actores del sector público y privado. Una serie de eventos y publicaciones han creado conciencia sobre las amplias oportunidades e implicancias de la IA para la educación, y han ayudado a los Estados Miembros a comenzar a responder a los complejos desafíos. En 2019, la relación entre la IA y el desarrollo sostenible se exploró en la 'Semana del Aprendizaje Móvil', el evento insignia de las Naciones Unidas sobre la tecnología de la información y la comunicación en educación.

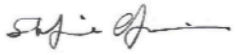


Ese mismo año, en colaboración con el gobierno de la República Popular China, la UNESCO organizó en Beijing la 'Conferencia Internacional sobre la inteligencia artificial en la Educación' bajo el tema 'Planificar la educación en la era de la IA: un paso más hacia adelante'. En esta conferencia se examinaron las repercusiones de la IA en todo el sistema educativo, y en ella se adoptó el Consenso de Beijing, que se publicó como el primer documento de la historia que ofrece recomendaciones sobre la mejor manera de aprovechar las tecnologías de IA para el ODS 4, de la Agenda de Educación 2030. El Consenso de Beijing recomienda, en particular, que la UNESCO elabore directrices y recursos para apoyar el desarrollo de capacidades de las personas a cargo de formular políticas educativas y la integración de las habilidades de la IA en los marcos de competencias digitales. En términos más generales, pide a la UNESCO que adopte un enfoque holístico para reforzar la cooperación internacional en el ámbito de la IA y la educación con los socios pertinentes.

'Inteligencia artificial y educación: guía para las personas a cargo de formular políticas' se desarrolla en el marco de la aplicación del Consenso de Beijing, con miras a mejorar el estado de preparación de las personas a cargo de formular políticas educativas en materia de inteligencia artificial. Este texto se suma al creciente cuerpo de trabajo intelectual de la UNESCO en este campo, y será de interés para una serie de profesionales de las comunidades de personas a cargo de formular políticas y del ámbito educativo. El documento tiene

como objetivo crear una visión común de las oportunidades y desafíos de la IA en el ámbito de la educación, así como de sus consecuencias en términos de competencias básicas necesarias en la era de la IA. Presenta una evaluación de beneficios y riesgos que propicia el pensamiento crítico sobre cómo debe aprovecharse la IA para abordar los retos de alcanzar las metas del ODS 4, y cómo se deben identificar y mitigar los riesgos potenciales. Recoge las políticas nacionales emergentes y las mejores prácticas sobre el aprovechamiento de la IA para mejorar la educación y el aprendizaje. Esta publicación también puede utilizarse como guía para el desarrollo de políticas para la IA y la educación, desde la planificación de objetivos humanistas y estratégicos, hasta el establecimiento de componentes clave de la construcción de políticas y estrategias de implementación.

Por lo tanto, espero que las cuestiones políticas clave, el análisis de las lecciones aprendidas y el enfoque político humanista que se comparten aquí ayuden a los gobiernos y a los socios a desplegar la IA de forma tal que transforme los sistemas de educación y formación para el bien común de la sociedad, y para un futuro inclusivo y sostenible.



Stefania Giannini
Subdirectora General de Educación
UNESCO

Agradecimientos

Esta publicación representa un esfuerzo colectivo de personas expertas de las comunidades de la IA y la educación.

El marco de la publicación fue conceptualizado por Fengchun Miao, Jefe de la Unidad de Tecnología e Inteligencia Artificial en la Educación de la UNESCO, y Wayne Holmes, ex Investigador Titular de Educación de Nesta en el Reino Unido. Ambos fueron los autores principales de la publicación. Los otros dos autores son Ronghuai Huang y Hui Zhang, que trabajan en la Universidad Normal de Beijing (China).

Los integrantes del equipo de la Unidad de Tecnología e Inteligencia Artificial en la Educación que coordinaron la revisión y producción de la publicación son: Huhua Fan, Samuel Grimonprez, Shutong Wang, Veronica Cucuiat y Glen Hertelendy.

Los especialistas de la UNESCO que hicieron aportaciones y revisiones por pares son: Borhene Chakroun, Director de la División de Políticas y Sistemas de Aprendizaje a lo largo de la Vida; Sobhi Tawil, Director de la División de Futuro del Aprendizaje y la Innovación; Keith Holmes, Especialista del Programa en el Equipo de Futuro del Aprendizaje y la Innovación; Julia Heiss, Especialista del Programa en la Oficina de Harare; Natalia Amelina, Oficial Nacional Superior de Proyectos de Educación en el IITE; Valtencir M. Mendes, Jefe Superior del Programa, División de Políticas y Sistemas de Aprendizaje a lo largo de la Vida; y Elspeth McOmish, Especialista del Programa en la División de Igualdad de Género.

Los expertos externos que han contribuido a esta publicación son Ethel Agnes Pascua-Valenzuela, Directora de la Secretaría de la Organización de Ministros de Educación del Sudeste Asiático; Jianhua Zhao, Profesor de la Universidad de Ciencia y Tecnología del Sur de China; Shafika Isaacs, Investigador Asociado de la Universidad de Johannesburgo; Werner Westermann, Jefe del Programa de Educación Cívica de la Biblioteca del Congreso de Chile; y Mike Sharples, Profesor Emérito de Tecnología Educativa de la Universidad Abierta del Reino Unido.

También se agradece a Jenny Webster por la corrección del texto, y a Anna Mortreux por el diseño de la publicación.

La UNESCO agradece al Grupo Weidong de China por haber hecho posible esta publicación mediante su apoyo financiero a la UNESCO. Este apoyo financiero también ayuda a los Estados miembros a aprovechar la tecnología y la IA para alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4.

Inteligencia artificial y educación
Guía para las personas a cargo de formular políticas

Índice

Prólogo **2**
Agradecimientos **4**
Lista de acrónimos y abreviaturas **6**

1. Introducción **7**

2. Lo esencial sobre IA para las personas a cargo de formular políticas **8**
2.1 El carácter interdisciplinario de la IA 8
2.2 Breve introducción a las técnicas de IA 10
2.3 Breve introducción a las tecnologías de IA 11
2.4 Posibles tendencias en la evolución de la IA: IA 'débil' y 'fuerte' 13
2.5 Una visión crítica de las capacidades y limitaciones de la IA 13
2.6 Inteligencia colaborativa ser humano-máquina 14
2.7 La Cuarta Revolución Industrial y el impacto de la IA en el empleo 15

3. Comprendiendo la IA y la educación: Prácticas emergentes y evaluación beneficio-riesgo **16**
3.1 ¿Cómo puede aprovecharse la IA para mejorar la educación? 17
El uso de la IA para la gestión y la impartición de la educación 17
El uso de la IA para el aprendizaje y la evaluación 18
El uso de la IA para capacitar a los docentes y mejorar la enseñanza 22
3.2 ¿Cómo puede aprovecharse mejor la IA para el bien común en la educación? 23
3.3 ¿Cómo podemos garantizar el uso ético, inclusivo y equitativo de la IA en la educación? 24
3.4 ¿Cómo puede la educación preparar a los seres humanos para vivir y trabajar con la IA? 28

4. Los desafíos de aprovechar la IA para alcanzar el ODS 4 **31**
4.1 Ética de los datos y sesgos algorítmicos 31
4.2 IA con equidad de género e IA para la igualdad de género 31
4.3 Seguimiento, evaluación e investigación del uso de la IA en la educación 32
4.4 ¿Qué impacto tendrá la IA en las funciones de los docentes? 33
4.5 ¿Qué impacto tendrá la IA en la autonomía del estudiante? 33

5. Una revisión de las respuestas de políticas **34**
5.1 Enfoques de las respuestas de política 34
5.2 Áreas de interés en común 36
5.3 Financiación, asociación y cooperación internacional 37

6. Recomendaciones de políticas **38**
6.1 Visión y prioridades estratégicas integrales del sistema 38
6.2 Principio general para las políticas de IA y educación 39
6.3 Planificación interdisciplinaria y gobernanza intersectorial 39
6.4 Políticas y normativas para un uso equitativo, inclusivo y ético de la IA 40
6.5 Planes maestros para utilizar la IA en la gestión de la educación, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación 41
6.6 Pruebas piloto, monitoreo y evaluación, y creación de una base de evidencias 44
6.7 Promoción de las innovaciones locales en materia de IA para la educación 45

7. Referencias **46**

Notas **52**

Lista de acrónimos y abreviaturas

AA	Aprendizaje Automático
ABCD	Aprendizaje Basado en la Colaboración y el Diálogo
AE IA	Asistente de Enseñanza de IA
CTIM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas
DigComp	Marco Europeo de Competencias Digitales
EAE	Entorno de Aprendizaje Exploratorio
EAES	Evaluación Automatizada de la Escritura
EEG	Electroencefalografía
EFTP	Educación y Formación Técnica y Profesional
GMCP	Gran Memoria a Corto Plazo
GOFAI	Inteligencia Artificial Simbólica
IA	Inteligencia Artificial
IdC	Internet de las Cosas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIT	Organización Internacional del Trabajo
ORA	Orquestador de Redes de Aprendizaje
PLN	Procesamiento del Lenguaje Natural
RA	Realidad Aumentada
REA	Recursos Educativos Abiertos
RGA	Red Generativa Antagónica
RGPD	Reglamento General de Protección de Datos
RNA	Red Neuronal Artificial
RNC	Red Neuronal Convolucional
RNP	Red Neuronal Profunda
RNR	Red Neuronal Recurrente
RV	Realidad Virtual
SGA	Sistema de Gestión de Aprendizaje
SIGE	Sistemas de Información sobre la Gestión de la Educación
STI	Sistemas de Tutoría Inteligente
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

1. Introducción

Solamente en los últimos cinco años, debido a algunos éxitos destacados y a su potencial disruptivo, la inteligencia artificial (IA) ha pasado de los remansos de la investigación académica a la primera línea de los debates públicos, incluso a nivel de las Naciones Unidas. En muchos países, la IA se ha convertido en algo omnipresente en la vida cotidiana: desde los asistentes personales de los teléfonos inteligentes hasta los chatbots de atención al cliente, desde la recomendación de espectáculos hasta la predicción de delitos, y desde el reconocimiento facial hasta los diagnósticos médicos.

Aunque la IA puede tener el potencial de apoyar la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, los rápidos avances tecnológicos implican inevitablemente numerosos riesgos y desafíos, que evolucionan a un ritmo más veloz que los debates sobre las políticas y los marcos regulatorios. Además, aunque las principales preocupaciones podrían referirse a que la IA supere la capacidad de acción humana, las implicancias sociales y éticas de la IA son más inminentes, como el uso indebido de datos personales y la posibilidad de que la IA pueda exacerbar, en lugar de reducir, las desigualdades existentes.

Sin embargo, la IA también ha entrado en el mundo de la educación. El sector privado está desarrollando cada vez más sistemas de aprendizaje 'inteligentes', 'adaptativos' y 'personalizados' para su implementación en escuelas y universidades de todo el mundo, creando un mercado que se espera que tenga un valor de 6.000 millones de dólares en 2024 (Bhutani y Wadhwani, 2018). Inevitablemente, la aplicación de la IA en contextos educativos plantea cuestiones profundas - por ejemplo, sobre qué debe enseñarse y cómo, el papel en evolución de los docentes y las implicancias sociales y éticas de la IA. También se plantean numerosos retos, que incluyen cuestiones como la equidad educativa y el acceso. Además, existe un consenso emergente sobre la posibilidad de que la implantación de la IA en la educación modifique los fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje.

Todas estas cuestiones se complican aún más por la transición masiva hacia el aprendizaje en línea debido al cierre de escuelas a causa de la COVID-19.

En consecuencia, esta guía de la UNESCO pretende ayudar a las personas a cargo de formular políticas a comprender mejor las posibilidades e implicancias de la IA para la enseñanza y el aprendizaje, para que su aplicación en contextos educativos contribuya realmente a alcanzar el ODS 4: *Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.*

Con todo, también debemos ser conscientes de que la conexión entre la IA y la educación se desarrollará, inevitablemente, de formas muy diferentes en función de las circunstancias nacionales y socioeconómicas.

Con la IA en general, la preocupación es que

> **si seguimos avanzando a ciegas, debemos prepararnos para ver un aumento de la desigualdad junto con trastornos económicos, malestar social y, en algunos casos, inestabilidad política, donde los más perjudicados serán los más desfavorecidos tecnológicamente, y los menos representados. (Smith y Neupane, 2018, p. 12, traducción libre)**

Esto no es menos preocupante para la IA y la educación. Para que la IA contribuya al ODS 4, también es necesario proporcionar modelos de bajo costo para el desarrollo de tecnologías de IA, garantizar que los intereses de los países de ingresos bajos y medios estén representados en los debates y decisiones clave, y crear puentes entre estas naciones y los países en los que la implementación de la IA está más avanzada. Esta publicación comienza con una breve introducción a la IA -qué es y cómo funciona- para sentar las bases de un debate profundo sobre la interacción entre la IA y la educación. A continuación, se presentan las múltiples formas en las que se utiliza la IA en la educación, junto con un debate sobre cómo la IA podría mejorar la inclusión y la equidad, la calidad del aprendizaje, la gestión de la educación y la pedagogía. Este debate también considera cómo la educación podría ayudar a toda la ciudadanía a desarrollar las habilidades necesarias para la vida y el trabajo en la era de la IA. Se detallan los principales objetivos estratégicos -aprovechando los beneficios y mitigando los riesgos de la IA para la educación- y se exploran los desafíos para lograr esos objetivos. La guía concluye proponiendo un conjunto de recomendaciones diseñadas para dar sustento a una visión global y a planes de acción para las políticas de IA y educación.

2. Lo esencial sobre IA para las personas a cargo de formular políticas

2.1 El carácter interdisciplinario de la IA

El término 'inteligencia artificial' se utilizó por primera vez en un taller realizado en 1956 en el Dartmouth College, una universidad estadounidense de la Ivy League, para describir "la ciencia y la ingeniería de la creación de máquinas inteligentes, especialmente de programas informáticos inteligentes" (McCarthy et al., 2006, p. 2)[1]. En las décadas siguientes, la IA se desarrolló de modo intermitente, con períodos de rápido progreso intercalados con otros de escaso avance (Russell y Norvig, 2016).

Al mismo tiempo, las definiciones de IA se multiplicaron y ampliaron, y a menudo se mezclaron con las cuestiones filosóficas relacionadas con lo que constituye la 'inteligencia' y cuestionando si las máquinas pueden ser realmente 'inteligentes'. Por ejemplo, Zhong definió la IA como:

> **una parte de la ciencia y la tecnología modernas que tiene como objetivo, por un lado, la exploración de los secretos de la inteligencia humana y, por otro, la transferencia de la inteligencia humana a las máquinas, en la medida de lo posible, de modo tal que las máquinas sean capaces de realizar funciones tan inteligentemente como los humanos. (Zhong, 2006, p. 90, traducción libre)**

Dejando de lado de forma pragmática este largo debate, a los efectos de esta publicación, la IA podría definirse como sistemas informáticos que han sido diseñados para interactuar con el mundo mediante capacidades que solemos considerar humanas (Luckin et al., 2016). La Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología (COMEST) de la UNESCO ofrece más detalles al respecto y describe la IA como algo que implica:

> **máquinas capaces de imitar ciertas funcionalidades de la inteligencia humana, incluyendo características como la percepción, el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, la interacción lingüística e incluso la producción de trabajos creativos (COMEST, 2019, traducción libre).**

En la actualidad, estamos viviendo un renacimiento de la IA, con una gama cada vez mayor de sectores que adoptan el tipo de IA conocido como aprendizaje automático (AA), lo que implica que el sistema de IA analice enormes cantidades de datos.

Esto ha surgido como resultado de dos desarrollos críticos: el crecimiento exponencial de los datos (IBM ha calculado que, gracias a la Internet y las tecnologías relacionadas, se crean más de 2,5 quintillones[2] de bytes de datos cada día) y el crecimiento también exponencial de la potencia de procesamiento de las computadoras (debido a la ley de Moore, los teléfonos móviles actuales son tan potentes como lo eran las supercomputadoras hace 40 años). Tanto los macrodatos o inteligencia de datos (*Big Data*) como las computadoras potentes han sido esenciales para el éxito del aprendizaje automático, ya que sus algoritmos dependen del procesamiento de millones de puntos de datos que, a su vez, requieren enormes cantidades de potencia informática.[3]

TABLA 1: EJEMPLOS DE IA COMO SERVICIO

COMPAÑÍA TECNOLÓGICA	PLATAFORMA DE IA COMO UN SERVICIO	DESCRIPCIÓN DE LA COMPAÑÍA
Alibaba	Cloud	Herramientas de IA basadas en la nube para apoyar las demandas de las empresas, los sitios web o las aplicaciones: https://www.alibabacloud.com
Amazon	AWS	Servicio de IA previamente entrenado para la visión, el lenguaje, las recomendaciones y los pronósticos informáticos. Puede construir, entrenar y desplegar rápidamente modelos de aprendizaje automático a escala o construir modelos personalizados con soporte para todas las infraestructuras populares de código abierto: https://aws.amazon.com/machine-learning
Baidu	EasyDL	Ayuda a los clientes a crear modelos de IA personalizados de alta calidad, sin tener que codificar: https://ai.baidu.com/easydl
Google	TensorFlow	Una plataforma integral de código abierto para el aprendizaje automático. Incluye un ecosistema de herramientas, bibliotecas y recursos comunitarios que permite a los investigadores compartir el estado del arte del aprendizaje automático y a los desarrolladores crear e implantar fácilmente aplicaciones basadas en el aprendizaje automático: https://www.tensorflow.org
IBM	Watson	Permite a los usuarios llevar herramientas y aplicaciones de IA a los datos dondequiera que residan, independientemente de la plataforma de alojamiento: https://www.ibm.com/watson
Microsoft	Azure	Incluye más de 100 servicios para crear, desplegar y gestionar aplicaciones: https://azure.microsoft.com
Tencent	WeStart	Mapea las capacidades de la IA, el talento profesional y los recursos de la industria para apoyar el lanzamiento o el perfeccionamiento de empresas emergentes. Conecta a los socios de la industria, difunde y aplica la tecnología de IA en diferentes sectores industriales: https://westart.tencent.com/ai

Actualmente casi todas las grandes empresas tecnológicas del mundo, y muchas otras, ofrecen sofisticadas plataformas de 'IA como servicio', algunas de las cuales son de código abierto. Éstas proporcionan varios bloques de construcción de IA que los desarrolladores pueden implementar sin tener que escribir algoritmos de IA desde cero.

Resulta interesante que los algoritmos de AA que más titulares están generando –el 'aprendizaje profundo' y las 'redes neuronales'– existen desde hace más de 40 años. Los recientes y espectaculares logros de la IA y su potencial revolucionario se han producido gracias a sofisticados perfeccionamientos de estos algoritmos, junto con su fácil disponibilidad 'como servicio', más que por cualquier nuevo paradigma fundamental. En otras palabras, podría decirse que actualmente estamos en la 'era de la implementación':

> **Gran parte del trabajo a la vez difícil y abstracto de la investigación en IA ya se ha realizado... la era de la implementación implica que finalmente veremos aplicaciones en el mundo real. (Lee, 2018, p. 13, traducción libre)**

Las aplicaciones de la IA en el mundo real se están volviendo cada vez más predominantes y disruptivas, con ejemplos bien conocidos que van desde la traducción automática entre idiomas y el reconocimiento facial automático, utilizados para identificar a los viajeros y rastrear a los delincuentes, hasta los vehículos que se conducen solos y los asistentes personales en los teléfonos inteligentes y otros dispositivos de nuestra vida cotidiana. Un ámbito especialmente destacado es el de la asistencia médica. Un ejemplo reciente de transformación es la aplicación de la IA para desarrollar un nuevo medicamento capaz de eliminar múltiples especies de bacterias resistentes a los antibióticos (Trafton, 2020).

Un segundo ejemplo es la aplicación de la IA al diagnóstico por imágenes, como los escaneos cerebrales fetales que permiten detectar anomalías prematuramente,[4] los escaneos de retina para diagnosticar la diabetes,[5] y las radiografías para mejorar la detección de tumores.[6] En conjunto, estos ejemplos ilustran los beneficios potencialmente significativos del trabajo simbiótico de la IA y los seres humanos:

> **Cuando combinamos tecnologías de imágenes basadas en IA con radiólogos, lo que hemos comprobado es que esta combinación supera tanto a la IA como a los radiólogos actuando por separado. (Michael Brady, Profesor de Oncología de la Universidad de Oxford, citado en el MIT Technology Review y GE Healthcare, 2019, traducción libre)**

Esta reciente revisión sugiere, además, que la aplicación de las tecnologías de IA puede estar 'rehumanizando' la asistencia médica:

> **El crecimiento de la IA y de los procesos automatizados suele suscitar la preocupación de que el toque humano desaparezca del proceso de prestación de servicios de salud. Sin embargo, el sector está descubriendo lo contrario: la IA puede ampliar los recursos y las capacidades de los sobrecargados profesionales de la salud y mejorar considerablemente los procesos. (MIT Technology Review y GE Healthcare, 2019, traducción libre)**

Otras aplicaciones cada vez más comunes de la IA incluyen:

- **Periodismo automatizado**
  Agentes de IA supervisan continuamente los medios de comunicación mundiales y extraen información clave para los periodistas. Igualmente, escriben algunas historias sencillas de forma automática;
- **Servicios legales de IA**
  Estos servicios , proporcionan herramientas de detección automática, investigan la jurisprudencia y los estatutos, y realizan la debida diligencia legal;
- **Previsión meteorológica con IA**
  Minería y análisis automático de grandes cantidades de datos meteorológicos históricos, para realizar predicciones;
- **Detección de fraudes con IA**
  Supervisión automática del uso de tarjetas de crédito con el fin de identificar patrones y anomalías (es decir, transacciones potencialmente fraudulentas);
- **Procesos empresariales impulsados por la IA**
  Por ejemplo, la manufactura autónoma, el análisis de mercados, el comercio de acciones y la gestión de carteras;
- **Ciudades inteligentes**
  Utilización de la IA y de la Internet de las cosas (IdC) interconectadas para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de las personas que viven y trabajan en entornos urbanos; y
- **Robots de IA**
  Máquinas físicas que utilizan técnicas de IA, como la visión artificial y el aprendizaje por refuerzo, para ayudarlas a interactuar con el mundo.

Aunque cada uno de estos ejemplos tiene un importante potencial positivo para la sociedad, no debemos dejar de señalar que otras aplicaciones de la IA son más controvertidas. Dos ejemplos son:

- **Guerras automatizadas**
  Armas, drones y otros equipos militares que funcionan sin intervención humana; y
- **Deepfakes**
  Generación automática de noticias falsas y reemplazos faciales en videos, para que políticos y celebridades parezcan estar diciendo o haciendo cosas que nunca dijeron ni hicieron.

Además, también debemos tener cuidado a la hora de evaluar muchas de las dramáticas afirmaciones realizadas por algunas empresas de IA y los medios de comunicación. Para empezar, a pesar de los titulares que anuncian que las herramientas de IA son ahora 'mejores' que los humanos en tareas como la lectura de textos y la identificación de objetos en imágenes, la realidad es que estos éxitos sólo son ciertos en circunstancias limitadas: por ejemplo, cuando el texto es corto y contiene el grado mínimo, necesario y suficiente de información como para que pueda prescindirse de la inferencia. Las tecnologías de IA actuales también pueden ser muy frágiles. Si los datos se alteran sutilmente, por ejemplo, superponiendo un sonido aleatorio a una imagen, la herramienta de IA puede fallar de forma grave (Marcus y Davis, 2019).[7]

2.2 Breve introducción a las técnicas de IA

Cada aplicación de la IA depende de una serie de técnicas complejas, que requieren que los ingenieros de IA estén formados en matemáticas de alto nivel, estadística y otras ciencias de la información, así como en la escritura de códigos. Por lo tanto, estas técnicas son demasiado especializadas como para explorarlas en profundidad aquí.[8] En lugar de ello, presentaremos brevemente algunas técnicas básicas de IA, seguidas de sus tecnologías típicas.

IA clásica

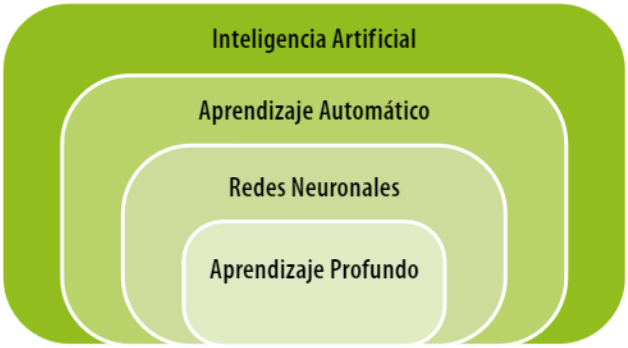
La IA más antigua o 'clásica', también conocida como 'IA simbólica', 'IA basada en reglas' o 'IA a la antigua' (GOFAI, por sus siglas en inglés), consiste en escribir secuencias de IF… (SI) THEN… (ENTONCES) y otras reglas de lógica condicional, pasos que la computadora seguirá para completar una tarea.

Durante décadas, los 'sistemas expertos' de IA basados en reglas se han desarrollado para una amplia gama de aplicaciones, como el diagnóstico médico, la calificación crediticia y la manufactura. Los sistemas expertos se basan en un enfoque conocido como 'ingeniería del conocimiento', que implica la obtención y el modelado de los conocimientos de los expertos en un dominio específico, una tarea que requiere muchos recursos y que no está exenta de complicaciones. Los sistemas expertos típicos incluyen varios cientos de reglas, aunque normalmente es posible seguir su lógica. No obstante, al multiplicarse las interacciones entre las reglas, los sistemas expertos pueden resultar difíciles de revisar o mejorar.

Aprendizaje automático

Muchos de los avances recientes de la IA –como el procesamiento del lenguaje natural, el reconocimiento facial y los vehículos autónomos– han sido posibles gracias a los avances en los enfoques computacionales basados en el AA. En lugar de utilizar reglas, el aprendizaje automático analiza grandes cantidades de datos para identificar patrones y construir un modelo que luego se utiliza para predecir valores futuros. En este sentido, se dice que los algoritmos, en lugar de estar preprogramados, 'aprenden'.

FIGURA 1: RELACIÓN ENTRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, APRENDIZAJE AUTOMÁTICO, REDES NEURONALES Y APRENDIZAJE PROFUNDO.



Hay tres enfoques principales de AA: supervisado, no supervisado y de refuerzo. El aprendizaje supervisado utiliza datos que ya han sido etiquetados, como varios miles de fotografías de personas etiquetadas por humanos. El aprendizaje supervisado relaciona los datos con las etiquetas, para construir un modelo que pueda aplicarse a datos similares – por ejemplo, para identificar automáticamente a las personas en nuevas fotografías. En el aprendizaje no supervisado, la IA dispone de cantidades de datos aún mayores, pero esta vez los datos no han sido categorizados ni etiquetados. El aprendizaje no supervisado pretende descubrir patrones ocultos en los datos, agrupamientos que pueden utilizarse para clasificar nuevos datos. Por ejemplo, puede identificar automáticamente letras y números en la escritura a mano buscando patrones en miles de ejemplos.

Tanto en el aprendizaje supervisado como en el no supervisado, el modelo derivado de los datos es fijo y, si los datos cambian, hay que volver a realizar el análisis. Sin embargo, el tercer enfoque del AA, el aprendizaje por refuerzo, implica una mejora continua del modelo basada en la retroalimentación, es decir, se trata de un aprendizaje automático en el sentido de que este es continuo. La IA recibe unos datos iniciales a partir de los cuales obtiene un modelo que se evalúa como correcto o incorrecto y se premia o castiga en consecuencia. La IA utiliza este refuerzo para actualizar su modelo y luego vuelve a intentarlo; de esta forma, se desarrolla de modo iterativo (aprendiendo y evolucionando) a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si un vehículo autónomo evita una colisión, el modelo que le permitió hacerlo es recompensado (reforzado), mejorando su capacidad para evitar colisiones en el futuro.

El AA está tan extendido hoy en día que a veces se piensa que es sinónimo de IA, cuando en realidad es un subconjunto de esta. De hecho, todavía hay muchas aplicaciones de IA que no lo utilizan, o al menos casi siempre hay algo de GOFAI (IA simbólica o basada en reglas) en el fondo. Por ejemplo, muchas aplicaciones comunes de chatbots están preprogramadas con reglas definidas por el ser humano sobre cómo responder a un conjunto de preguntas previstas. En efecto, al igual que los anteriores sistemas expertos,

> **Casi todos los productos de IA que se ven hoy en día necesitan contenidos insertados directamente por expertos humanos. Puede tratarse de la experiencia acumulada por lingüistas y fonetistas, si la IA utiliza el procesamiento del lenguaje natural; de médicos, cuando la IA se utiliza en medicina, o incluso de expertos en tráfico y conducción, cuando la IA impulsa vehículos autónomos, y así sucesivamente. El aprendizaje automático no podría crear una IA completa sin la ayuda de los componentes de GOFAI. (Säuberlich y Nikolić, 2018, traducción libre)**

Además, es importante reconocer que el AA no se produce realmente en el sentido en que lo hace un ser humano. Tampoco se da de forma independiente. Por el contrario, depende totalmente de los humanos: ellos eligen, limpian y etiquetan los datos; diseñan y entrenan el algoritmo de IA; y organizan, interpretan y emiten juicios de valor sobre los resultados. Por ejemplo, se decía que una herramienta de reconocimiento de objetos muy avanzada identificaba fotos de gatos en una base de datos de imágenes, pero en realidad el sistema sólo agrupaba objetos que se parecían de alguna manera, resultando necesario que un humano identificara un conjunto de esos objetos como gatos. Del mismo modo, el AA utilizado en los vehículos autónomos depende enteramente de millones de imágenes de escenas callejeras etiquetadas por humanos. En gran medida, Silicon Valley ha encargado este etiquetado a personas de todo el mundo (mediante sistemas como Amazon Mechanical Turk)[9] y a empresas de países como India, Kenia, Filipinas y Ucrania.[10] La tarea de estos trabajadores de la nueva economía consiste en rastrear a mano y etiquetar cada objeto (como vehículos, señales de tráfico y peatones) en cada fotograma de video capturado por prototipos de vehículos autónomos, datos que luego son analizados por el algoritmo de AA.

Redes neuronales artificiales

Una red neuronal artificial (RNA) es un enfoque de la IA que se inspira en la estructura de las redes neuronales biológicas (es decir, los cerebros de los animales). Las RNA consisten en tres tipos de capas interconectadas de neuronas artificiales: una capa de entrada, una o varias capas computacionales intermedias ocultas y una capa de salida que proporciona el resultado. Durante el proceso de AA, las ponderaciones de las conexiones entre las neuronas se ajustan en un proceso de aprendizaje por refuerzo y 'retropropagación', lo que permite a la RNA calcular los resultados de los nuevos datos. Un ejemplo muy conocido que utiliza una RNA es AlphaGo de Google, que en 2016 derrotó al principal jugador del mundo del juego Go.

Las capas ocultas son la clave de la potencia de las RNA, pero también conllevan una importante limitación. Normalmente, no es posible interrogar a una red neuronal profunda para determinar cómo ha llegado a su solución. Esto hace que se tomen decisiones cuyo fundamento se desconoce. Muchas empresas están investigando formas en las que tales decisiones puedan someterse a escrutinio (Burt, 2019), de forma tal que los usuarios puedan entender por qué un algoritmo llegó a una decisión en particular, lo que es especialmente importante cuando las RNA y otras técnicas de AA estén siendo utilizadas para tomar decisiones con un impacto significativo en los seres humanos, como el tiempo que alguien debe permanecer en la cárcel. Sin embargo, como es habitual, esto vuelve a complicar las cosas: "generar más información sobre las decisiones de la IA podría crear beneficios reales, [pero] también podría crear nuevos riesgos" (Burt, 2019).

Aprendizaje profundo

El aprendizaje profundo se refiere a las RNA que comprenden múltiples capas intermedias. Es este enfoque el que ha dado lugar a muchas de las recientes y notables aplicaciones de la IA (por ejemplo, en el procesamiento del lenguaje natural, el reconocimiento del habla, la visión por computadora, la creación de imágenes, el desarrollo de fármacos y la genómica). Los modelos emergentes en el aprendizaje profundo incluyen las llamadas redes neuronales profundas (RNP), que encuentran operaciones matemáticas eficaces para convertir un aporte en el resultado requerido; las redes neuronales recurrentes (RNR), que permiten que los datos fluyan en cualquier dirección, pueden procesar secuencias de entradas y se utilizan para aplicaciones como el modelado del lenguaje; y las redes neuronales convolucionales (RNC), que procesan datos que vienen en forma de matrices múltiples, como el uso de tres imágenes bidimensionales para permitir la visión informática tridimensional.

Por último, cabe destacar que muchos avances recientes, especialmente los centrados en la manipulación de imágenes, se han logrado mediante las llamadas redes generativas antagónicas (RGA). En una RGA, dos redes neuronales profundas compiten entre sí – una red generativa que crea posibles resultados y una red discriminativa que evalúa esos resultados. El resultado informa a la siguiente iteración. Por ejemplo, AlphaZero de DeepMind utilizó un enfoque de RGA para aprender a jugar y ganar una serie de juegos de mesa (Dong et al., 2017). Por su parte, una RGA entrenada en fotografías ha generado imágenes de personas que parecen reales pero que no existen.[11] Actualmente, se están estudiando otras aplicaciones para este enfoque.

2.3 Breve introducción a las tecnologías de IA

En conjunto, todas las técnicas de IA descritas anteriormente han dado lugar a una serie de tecnologías de IA que se ofrecen cada vez más 'como servicio' (véase la Tabla 1), y que se utilizan en la mayoría de las aplicaciones mencionadas. Entre las tecnologías de IA que se detallan en la Tabla 2, se encuentran las siguientes:

- **Procesamiento del lenguaje natural (PLN)**

El uso de la IA para interpretar textos de forma automática, incluido el análisis semántico (como el que se utiliza en los servicios jurídicos y la traducción), y la generación de textos (como en el periodismo automatizado).

- **Reconocimiento del habla**

La aplicación del PLN a la palabra hablada, incluyendo a los teléfonos inteligentes, los asistentes personales de IA y los *chatbots* de servicios bancarios.

Reconocimiento y procesamiento de imágenes

El uso de la IA para el reconocimiento facial (por ejemplo, para los pasaportes electrónicos); el reconocimiento de la escritura a mano (por ejemplo, para la clasificación automatizada de correo postal); la manipulación de imágenes (por ejemplo, para *deepfakes*); y los vehículos autónomos.

Agentes automatizados

El uso de la IA en los avatares de los juegos de computadora, los bots de *software* malicioso, los acompañantes virtuales, los robots inteligentes y la guerra automatizada.

Detección de afecto

El uso de la IA para analizar sentimientos en textos, comportamientos y rostros.

Minería de datos para predicciones

El uso de la IA para diagnósticos médicos, previsiones meteorológicas, proyecciones empresariales, ciudades inteligentes, predicciones financieras y la detección del fraude.

Creatividad artificial

El uso de la IA en sistemas que pueden crear nuevas fotografías, música, obras de arte o historias.

TABLA 2: TECNOLOGÍAS DE LA IA

TECNOLOGÍA	DETALLES	PRINCIPALES TÉCNICAS DE IA	DESARROLLO	EJEMPLOS
Procesamiento del lenguaje natural (PLN)	El uso de la IA para generar textos de forma automática (como en el periodismo automatizado), incluido el análisis semántico (como el que se utiliza en los servicios jurídicos y la traducción).	Aprendizaje automático (especialmente el aprendizaje profundo), regresión y K-medias.	La PLN, el reconocimiento del habla y el reconocimiento de imágenes han logrado una precisión superior al 90%. Sin embargo, algunos investigadores sostienen que, incluso con más datos y procesadores más rápidos, esto no mejorará mucho hasta que se desarrolle un nuevo paradigma de IA.	Otter[12]
Reconocimiento del habla	La aplicación de la PLN a la palabra hablada, incluidos los teléfonos inteligentes, los asistentes personales y los chatbots de servicios bancarios.	Aprendizaje automático, especialmente un enfoque de redes neuronales recurrentes de aprendizaje profundo llamado gran memoria a corto plazo (GMCP).		Alibaba Cloud[13]
Reconocimiento y procesamiento de imágenes	Incluye el reconocimiento facial (por ejemplo, para los pasaportes electrónicos); el reconocimiento de la escritura a mano (por ejemplo, para la clasificación automatizada de correo postal); la manipulación de imágenes (por ejemplo, para *deepfakes*); y los vehículos autónomos.	Aprendizaje automático, especialmente redes neuronales convolucionales de aprendizaje profundo.		Google Lens[14]
Agentes automatizados	Incluye los avatares de los juegos de computadora, los bots de *software* malicioso, los acompañantes virtuales, los robots inteligentes y la guerra automatizada.	GOFAI y aprendizaje automático (por ejemplo, redes neuronales autoorganizadas de aprendizaje profundo, aprendizaje evolutivo y aprendizaje por refuerzo).	Los esfuerzos de investigación se centran en la inteligencia emergente, la actividad coordinada, la ubicación y la incorporación física, inspirados en formas biológicas más simples.	Woebot[15]
Detección de afecto	Incluye análisis de sentimientos en textos, comportamientos y rostros.	Redes bayesianas y aprendizaje automático, especialmente el aprendizaje profundo.	Se están desarrollando múltiples productos en todo el mundo; sin embargo, su uso normalmente es controversial.	Affectiva[16]
Minería de datos para predicciones	Incluye predicciones financieras, detección de fraudes, diagnóstico médico, previsiones meteorológicas, procesos empresariales y ciudades inteligentes.	Aprendizaje automático (especialmente aprendizaje supervisado y profundo), redes de Bayes y máquinas de vectores de soporte.	Las aplicaciones de la minería de datos están creciendo exponencialmente, desde la predicción de compras hasta la interpretación de señales ruidosas en electroencefalograma (EEG).	Proyecto de investigación[17]
Creatividad artificial	Incluye sistemas que pueden crear nuevas fotografías, música, obras de arte o historias.	Las redes generativas antagónicas (RGA), un tipo de aprendizaje profundo que implica dos redes neuronales enfrentadas entre sí. Modelos lingüísticos autorregresivos que utilizan el aprendizaje profundo para producir textos similares a los humanos.	Las RGA se encuentran a la vanguardia de la IA, por lo que sus aplicaciones futuras recién comienzan a hacerse evidentes. Un modelo lingüístico autorregresivo conocido como GPT-3 puede producir un texto impresionantemente parecido al humano. Sin embargo, contrariamente a lo que podría parecer, el sistema no entiende el texto que produce.[18]	This Person Does Not Exist[11] GPT-3 (Brown et al., 2020)

2.4 Posibles tendencias en la evolución de la IA: IA 'débil' y 'fuerte'

Si bien los científicos especializados en IA empezaron a soñar con una inteligencia artificial general de nivel humano, conocida como IA fuerte, cada una de las aplicaciones de la sección 2.1 es, de hecho, un ejemplo de IA estrecha o débil (Searle, 1980). El ámbito en el que opera cada aplicación estrecha está fuertemente restringido y limitado, y la IA no puede aplicarse directamente a otros ámbitos. Por ejemplo, la IA utilizada para predecir el tiempo es incapaz de predecir los movimientos del mercado de valores, mientras que la IA utilizada para conducir un vehículo es incapaz de diagnosticar un tumor. Sin embargo, aunque no sea 'inteligente' en el sentido humano, cada una de estas aplicaciones puede superar a menudo a los humanos en eficiencia y resistencia, así como por su capacidad para identificar patrones significativos en grandes cantidades de datos.

Aunque ha habido algunos éxitos notables, es importante reconocer que la IA está todavía en sus inicios. Por ejemplo, es imposible mantener una conversación real con uno de los asistentes personales de nuestros teléfonos inteligentes u otros dispositivos domésticos dotados de IA; en vez de esto, la IA sólo responde, y a menudo de forma imprecisa, a órdenes específicas. En otras palabras, aunque su rendimiento en algunas funciones (como la búsqueda de patrones en los datos) es superior al de expertos humanos, en otras (como mantener una conversación en profundidad), la IA tiene un rendimiento inferior al de un niño o niña de dos años.[19]

Además, hay indicios en todo el mundo de que, en oposición a las predicciones hiperbólicas, la inversión en tecnologías de IA podría estar enfriándose: no se trata de otro invierno de la IA, sino que el potencial prometido de la IA permanece con demasiada frecuencia más allá del horizonte (Lucas, 2018). Incluso se ha sugerido que el progreso de la IA pronto se estancará (Marcus y Davis, 2019). Por ejemplo, los vehículos autónomos que podrían circulan con seguridad por las calles de Palermo o Delhi siguen estando a algunas décadas de distancia, mientras que las aplicaciones de reconocimiento de imágenes continúan siendo fáciles de engañar (Mitchell, 2019).

2.5 Una visión crítica de las capacidades y limitaciones de la IA

Puede ser útil considerar a la IA en términos de tres tipos básicos de logros:

- Las tecnologías de IA que representan un 'progreso tecnológico genuino y rápido', que se centran principalmente en la 'percepción' (incluyendo el diagnóstico médico a partir de escáneres, la conversión de voz en texto y *deepfakes*) (Narayanan, 2019);
- Tecnologías de IA que están 'lejos de ser perfectas, pero están mejorando', que se centran principalmente en la automatización de juicios (incluyendo la detección de *spam* y discursos de odio, y la recomendación de contenidos) (ibid.); y
- Tecnologías de IA 'fundamentalmente dudosas', que se centran principalmente en la predicción de resultados sociales (incluyendo la reincidencia criminal y el rendimiento laboral) (ibid.).

El punto clave es que, aunque las redes neuronales profundas han sido entrenadas para completar algunas tareas increíbles, hay muchas cosas que no pueden hacer (Marcus y Davis, 2019). En particular, no hacen nada que sea genuinamente inteligente. En cambio,

> **se limitan a inducir patrones a través de las estadísticas. Esos patrones pueden ser más opacos, mediados y automáticos que los enfoques históricos y capaces de representar fenómenos estadísticos más complejos, pero siguen siendo meras encarnaciones matemáticas, no entidades inteligentes, por muy espectaculares que sean sus resultados. (Leetaru, 2018, traducción libre)**

Además, varios estudios han demostrado que las técnicas de AA que involucran miles de variables o características, y por lo tanto requieren grandes cantidades de recursos y energía para calcular, pueden ser poco mejores que una simple regresión lineal que utiliza sólo unas cuantas características y mucha menos energía (Narayanan, 2019).

No obstante, lo que distingue a la IA actual de las revoluciones tecnológicas anteriores es la velocidad a la que se ha desarrollado, dando lugar a nuevas tecnologías y enfoques transformadores que surgen casi a diario, y su carácter omnipresente, que tiene un impacto en casi todos los aspectos de la vida moderna. Para exponer solo un ejemplo notable, investigadores han desarrollado un sistema de IA empleando un trío de redes de aprendizaje profundo que supera a las personas expertas en la predicción del cáncer de mama (McKinney y al., 2020).

En cualquier caso, hay algunas pruebas de que, en muchos contextos, los éxitos del AA han sido ligeramente exagerados y que las rápidas mejoras que hemos visto pueden estar alcanzando un tope. Por ejemplo, a pesar de algunos logros extraordinarios, las afirmaciones de que el aprendizaje automático es ahora tan preciso como los humanos en la identificación de objetos en las fotografías tienen dos limitaciones fundamentales: dependen de (i) que el sistema tenga acceso a millones de imágenes etiquetadas, mientras que niñas o niños pequeños sólo necesitan unas pocas imágenes

para alcanzar el mismo nivel de precisión; y (ii) una interpretación poco rigurosa de la precisión (en uno de los concursos de visión artificial más publicitados, una herramienta de IA se considera exitosa si una sola de sus cinco sugerencias es correcta) (Mitchell, 2019). Además, como se ha señalado anteriormente, todas las técnicas que actualmente alimentan los principales avances de la IA (como las redes neuronales profundas y el AA) se desarrollaron por primera vez hace varias décadas. En otras palabras, mientras seguimos viendo perfeccionamientos iterativos de las técnicas existentes y nuevas aplicaciones, continuamos esperando por el próximo gran avance.

Algunas personas expertas sostienen que este solo se producirá cuando las técnicas simbólicas o basadas en reglas de la llamada IA clásica o GOFAI se combinen con las técnicas basadas en datos. Esto ya ocurre, por ejemplo, en los vehículos autónomos:

> **Hay cosas que los agentes inteligentes necesitan hacer y para las que el aprendizaje profundo no es actualmente muy bueno. No es muy bueno en la inferencia abstracta. Tampoco es muy bueno en el manejo de situaciones que no ha visto antes y sobre las cuales tiene información relativamente incompleta. Por lo tanto, tenemos que complementar el aprendizaje profundo con otras herramientas... En mi opinión, tenemos que unir la manipulación de símbolos (es decir, la IA basada en reglas) con el aprendizaje profundo. Se han tratado por separado durante demasiado tiempo. (Marcus, entrevistado por Ford, 2018, p. 318, traducción libre)**

2.6 Inteligencia colaborativa ser humano-máquina

La IA nació de los intentos de simular y mecanizar los procesos de pensamiento humano (Turing, 1950), y ha existido en una relación incómoda con ellos desde entonces. Curiosamente, aunque estamos acostumbrados a leer sobre éxitos espectaculares de la IA (que van desde la derrota de los humanos en los juegos hasta la lectura de escáneres de retina con más precisión que los humanos), las limitaciones de los enfoques actuales de la IA son cada vez más claras (Mitchell, 2019). De hecho, mientras que la IA ha sido buena en procesos que pueden ser desafiantes para los humanos (como el descubrimiento de patrones y el razonamiento estadístico), sigue siendo débil en otros procesos que son relativamente fáciles para los humanos (como el aprendizaje autodirigido, el sentido común y los juicios de valor). Esto se conoce como la paradoja de Moravec:

> **Es comparativamente fácil hacer que las computadoras muestren un rendimiento de nivel adulto en pruebas de inteligencia o jugando a las damas, y difícil o imposible darles las habilidades de un niño o niña de un año cuando se trata de percepción y movilidad. (Moravec, 1988, p. 15, traducción libre)**

Además, como hemos señalado, a menudo se pasa por alto la importancia crítica de los seres humanos para el éxito de la IA. La mayoría de las veces, los humanos tienen que plantear el problema; formular las preguntas; seleccionar, limpiar y etiquetar los datos; diseñar o elegir los algoritmos; decidir cómo encajan las piezas; sacar conclusiones y emitir juicios de acuerdo con los valores; y mucho más. En consecuencia, aunque es probable que muchas tareas sean automatizables, sigue habiendo funciones clave que deben desempeñar los humanos, para las que debemos estar debidamente preparados (Holmes et al., 2019).

De hecho, la relación cada vez más compleja y sutil entre los seres humanos y la IA ha generado reivindicaciones para que se reconfigure y se denomine la IA como 'inteligencia aumentada' (Zheng, 2017).

Por ejemplo, aunque las computadoras pueden ganarles fácilmente a los humanos en el ajedrez, cuando las computadoras y los humanos trabajan juntos, parecen ser más fuertes que cualquiera de los dos trabajando individualmente. En las competiciones, los ajedrecistas aficionados que utilizan la IA han sido capaces de vencer a las computadoras y a los grandes maestros por igual (Brynjolfsson y McAfee, 2014). Este enfoque implica el uso de la IA para mejorar, en lugar de usurpar, las capacidades humanas. La transición hacia la 'inteligencia aumentada' lleva a hacer énfasis en el desarrollo de tecnologías de IA que complementen y amplíen la cognición humana, sugiere formas en que los seres humanos y la IA podrían trabajar juntos de manera más eficaz, cuestiona cómo deben dividirse las tareas entre los seres humanos y las máquinas, y plantea la tentadora posibilidad de que los problemas del mundo puedan abordarse mediante una mezcla juiciosa de inteligencia artificial y colectiva (Mulgan, 2018).

2.7 La Cuarta Revolución Industrial y el impacto de la IA en el empleo

Se dice que la IA es un elemento clave de la Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0):

> **De los muchos, diversos y fascinantes desafíos a los que nos enfrentamos hoy en día, el más intenso e importante es cómo entender y dar forma a la nueva revolución tecnológica que implica nada menos que una transformación de la humanidad (Schwab, 2017, p. 1, traducción libre).**

Las tecnologías de la Industria 4.0 incluyen la impresión en 3D, los vehículos autónomos, la biotecnología, la nanotecnología, la computación cuántica, la robótica y la Internet de las cosas, todas ellas respaldadas por la IA. De hecho, la IA ya es omnipresente en el lugar de trabajo moderno –desde la manufactura hasta la banca, pasando por la construcción y el transporte, entre otros– lo que tiene implicaciones que requieren una respuesta de todo el sistema. Es inevitable que aumenten tanto el desempleo como las nuevas ocupaciones. Una estimación reciente a nivel mundial sugiere que el 30% de las actividades laborales podrían estar automatizadas en 2030, y hasta 375 millones de trabajadores en todo el mundo podrían verse afectados. Tanto obreros como trabajadores de cuello blanco se verán afectados, y no serán necesariamente los primeros los que se lleven la peor parte:

> **Los trabajos que la IA puede replicar y sustituir fácilmente son los que requieren habilidades de reciente evolución como la lógica y el álgebra. Suelen ser trabajos de ingresos medios. Por el contrario, los trabajos que la IA no puede replicar fácilmente son los que dependen de habilidades profundamente evolucionadas como la movilidad y la percepción. Normalmente se trata de trabajos con ingresos más bajos. Por lo tanto, la IA está provocando desempleo entre los puestos de ingresos medios y manteniendo muchos empleos de ingresos bajos. (Joshi, 2017 © Cortesía de Guardian News & Media Ltd, traducción libre)**

Mientras tanto, la IA y otras tecnologías de vanguardia están aumentando la gama de trabajos altamente cualificados que requieren de habilidades creativas y analíticas únicas y de interacciones humanas. En pocas palabras, los puestos de trabajo de muchos trabajadores podrían desaparecer, y éstos tendrán que desarrollar nuevos conjuntos de habilidades –incrementando sus habilidades, o bien, recapacitándose– para poder incorporarse a las nuevas ocupaciones que la IA hace posibles. Los ministerios de educación y quienes están a cargo de la oferta de formación deben anticiparse a estos cambios, dotando a los trabajadores de hoy y preparando a las nuevas generaciones con las competencias laborales técnicas y sociales necesarias para facilitar la transición a un mundo dominado por la IA, en el que se garantice, al mismo tiempo, la sostenibilidad social.

De hecho, muchos organismos nacionales de todo el mundo han comenzado a desarrollar planes estratégicos para abordar el futuro de la IA. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América, el Plan Estratégico Nacional de Investigación y Desarrollo de la Inteligencia Artificial (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2016) promueve la inversión y la investigación a largo plazo en una serie de enfoques teóricos y prácticos de la IA. Estos incluyen el análisis de datos, la percepción de la IA, las limitaciones teóricas, la inteligencia artificial general, la IA escalable, la robótica humanoide impulsada por la IA, la IA capaz de interactuar con humanos y el mejoramiento humano. En 2017, el Gobierno chino anunció su Plan de Desarrollo de la inteligencia artificial de Nueva Generación (Gobierno de la República Popular China, 2017). Una vez más, se centraba en una serie de enfoques teóricos y prácticos de la IA, como la inteligencia basada en macrodatos, la inteligencia de medios cruzados, la inteligencia aumentada híbrida entre el ser humano y la máquina, la inteligencia colectiva, la inteligencia autónoma, el AA avanzado, la inteligencia inspirada en el cerebro y la inteligencia cuántica. Lo más importante es que ambos planes hacen hincapié en el potencial de las interacciones sin fisuras entre los seres humanos y los sistemas de IA, y ambos tienen como objetivo ayudar a hacer realidad los posibles beneficios sociales y económicos de la IA y, al mismo tiempo, minimizar los impactos negativos.

3. Comprendiendo la IA y la educación: Prácticas emergentes y evaluación beneficio-riesgo

La introducción de la IA en los contextos educativos se remonta a la década de 1970. En aquella época, los investigadores estaban interesados en ver de qué modo las computadoras podrían sustituir a la instrucción humana uno a uno, que se considera el enfoque más eficaz de la enseñanza, pero está fuera del alcance de la mayoría de las personas (Bloom, 1984). Los primeros intentos apelaron a técnicas de IA basadas en reglas para adaptar o personalizar automáticamente el aprendizaje de cada estudiante (Carbonell, 1970; Self, 1974). Desde aquellos inicios, la aplicación de la IA en la educación se ha desarrollado en múltiples direcciones, empezando por la IA orientada al estudiante (herramientas diseñadas para apoyar el aprendizaje y la evaluación) para luego incluir también la IA orientada al docente (diseñada para apoyar la enseñanza) y la IA orientada al sistema (diseñada para apoyar la gestión de las instituciones educativas) (Baker et al., 2019). De hecho, la interacción entre la IA y la educación va mucho más lejos, más allá de la aplicación de la IA dentro de las aulas (es decir, el aprendizaje con la IA), hasta la enseñanza de sus técnicas (es decir, el aprendizaje sobre la IA) y la preparación de las personas para vivir en la era de la IA (es decir, el aprendizaje para la colaboración entre humanos y la IA). La introducción de la IA en la educación también pone de relieve cuestiones como la pedagogía, las estructuras organizativas, el acceso, la ética, la equidad y la sostenibilidad, considerando que para automatizar algo, primero hay que entenderlo a fondo.

Además, si se quiere aprovechar plenamente el potencial de la IA en su apoyo a la educación para el desarrollo sostenible, es necesario identificar y potenciar todos los posibles beneficios de las herramientas, así como reconocer y mitigar sus riesgos. En consecuencia, también es necesario revisar continuamente las formas de organizar la educación, lo que podría sugerir una reconfiguración fundamental de los fundamentos de la educación frente al objetivo central de abordar el ODS 4. También debemos cuestionar lo que podría lograr la introducción de la IA en la educación: ¿Cuáles son los beneficios reales que la IA podría aportar? ¿Cómo podemos garantizar que la IA responda a las necesidades reales y no sea solo la última moda en tecnología educativa? ¿Qué debemos permitir que haga la IA?

Para aprovechar plenamente las oportunidades y mitigar los riesgos potenciales, es necesario que todo el sistema responda a las siguientes cuestiones de política claves:

1. ¿Cómo puede aprovecharse la IA para mejorar la educación?
2. ¿Cómo podemos garantizar el uso ético, inclusivo y equitativo de la IA en la educación?
3. ¿Cómo puede la educación preparar a los seres humanos para vivir y trabajar con la IA?

Para ayudar a los sistemas educativos a enfrentar estos complejos retos, la UNESCO, en cooperación con el Gobierno chino, organizó la Conferencia Internacional sobre la Inteligencia Artificial en la Educación, en Beijing (2019), bajo el lema 'Planificar la educación en la era de la IA: un paso más hacia adelante'. Sus participantes incluyeron a más de 50 ministros y viceministros del gobierno, y alrededor de 500 representantes internacionales de más de 100 Estados miembros, agencias de las Naciones Unidas, instituciones académicas, sociedad civil y organizaciones del sector privado. Los participantes examinaron las repercusiones de la IA en todo el sistema en el marco del ODS 4 - Educación 2030 y el Futuro de la Educación Después de 2030. El resultado clave de la conferencia fue el 'Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación' (UNESCO, 2019a), que expresa un entendimiento común de las cuestiones clave y las recomendaciones de política relacionadas con las tres cuestiones de política mencionadas. A lo largo de esta publicación se hace referencia a las principales recomendaciones formuladas en el Consenso de Beijing.

En los puntos siguientes del presente capítulo se revisarán las principales tendencias y cuestiones que afectan a la IA en la educación, así como la dicotomía riesgo-beneficio y las implicancias de las respuestas de política.

3.1 ¿Cómo puede aprovecharse la IA para mejorar la educación?

En la última década, el uso de herramientas de IA para apoyar o mejorar el aprendizaje ha crecido exponencialmente (Holmes et al., 2019). Esto no ha hecho más que aumentar tras los cierres de escuelas debido a la COVID-19. Sin embargo, la evidencia sigue siendo escasa sobre cómo la IA puede mejorar los resultados del aprendizaje y si puede ayudar a científicos y profesionales del aprendizaje a comprender mejor cómo se llega al aprendizaje efectivo (Zawacki-Richter et al., 2019).

> **Muchas de las reivindicaciones sobre el potencial revolucionario de la IA en la educación se basan en conjeturas, especulaciones y optimismo. (Nemorin, 2021, traducción libre)**

Además, aún no hemos explorado el potencial de la IA en el seguimiento de los resultados de aprendizaje en diferentes ámbitos, así como en la evaluación de las competencias, especialmente las adquiridas en contextos no formales e informales.

Las aplicaciones de IA diseñadas para la educación se han dividido en tres categorías principales: orientadas al sistema, orientadas a los estudiantes y orientadas a los docentes (Baker et al., 2019). Sin embargo, para las personas a cargo de formular políticas, proponemos un conjunto de cuatro categorías de aplicaciones emergentes y potenciales basadas en las necesidades: (i) gestión e impartición de la educación; (ii) aprendizaje y evaluación; (iii) empoderamiento de los docentes y mejora de la enseñanza; y (iv) aprendizaje a lo largo de la vida. Para cada una de estas categorías, ofrecemos también algunos casos ilustrativos. Es importante reconocer que todas las categorías propuestas están intrínsecamente interrelacionadas; las aplicaciones de la IA en la educación pueden tener el potencial de abordar necesidades en más de un área. Por ejemplo, las aplicaciones de tutoría pueden diseñarse con el objetivo de apoyar tanto a los docentes como a los estudiantes. También se propone que la planificación y las políticas de adopción de tecnologías de IA en contextos educativos se basen en las necesidades locales inmediatas y a largo plazo, más que en el mercado, así como que se fundamenten en análisis de beneficios y riesgos antes de adoptar cualquier tecnología a gran escala. En particular, aunque sus defensores han sugerido que la IA ofrece una solución inmediata a los problemas causados por el cierre de escuelas debido a la COVID-19 y la transición a la enseñanza en línea, actualmente hay pocas pruebas de que ese enfoque sea apropiado o efectivo.

El uso de la IA para la gestión y la impartición de la educación

Las tecnologías de la IA se utilizan cada vez más para facilitar la gestión y la impartición de la educación. En lugar de apoyar la enseñanza o el aprendizaje directamente, estas aplicaciones orientadas al sistema están diseñadas para automatizar aspectos de la gestión escolar, basándose en los Sistemas de Información sobre la Gestión de la Educación (SIGE) (Villanueva, 2003), e incluyendo admisiones, horarios, control de asistencia y tareas, además de inspecciones escolares. A veces se utiliza un enfoque de recopilación de datos conocido como 'analítica del aprendizaje' (du Boulay et al., 2018) para analizar los macrodatos generados en los sistemas de gestión de aprendizaje (SGA) con el fin de brindar información a los docentes y a los gestores, y también orientación a los estudiantes. Por ejemplo, algunas analíticas de aprendizaje predicen qué estudiantes están en riesgo de fracasar. Los resultados suelen adoptar la forma de 'tableros' visuales (Verbert et al., 2013) y se utilizan para informar la toma de decisiones basada en datos (James et al., 2008; Marsh et al., 2006). Los macrodatos extraídos de los sistemas educativos también pueden contribuir a la formulación de políticas para la impartición de la educación:

> **Las instituciones educativas públicas utilizan cada vez más macrodatos para crear visualizaciones de datos digitales e interactivas que permitan ofrecer información actualizada sobre el sistema educativo a las personas a cargo de formular políticas (Giest, 2017, p. 377, traducción libre).**

Por ejemplo, los datos obtenidos a partir de los sistemas de gestión del aprendizaje creados para los refugiados podrían ayudar a determinar la oferta óptima de oportunidades educativas y de apoyo. La IA también ha demostrado su potencial para organizar los contenidos de aprendizaje en diferentes plataformas, con base en el análisis de las necesidades personalizadas de los estudiantes y su nivel de estudio. Por ejemplo, un proyecto tiene como objetivo recopilar los varios millares de recursos educativos abiertos, haciéndolos más fácilmente accesibles para todos los estudiantes (Kreitmayer et al., 2018).

Sin embargo, para que cualquier análisis basado en datos sea útil, con conclusiones confiables y equitativas, los datos originales así como sus *proxys* deben ser precisos y estar libres de sesgos y supuestos deficientes, en tanto que los enfoques computacionales aplicados deben ser tanto apropiados como robustos, requisitos simples que con frecuencia no se cumplen rigurosamente (Holmes et al., 2019). En cualquier caso, hay ejemplos de empresas de IA que recopilan enormes cantidades de datos de la interacción entre estudiantes con el fin de utilizar técnicas de aprendizaje automático para 'buscar patrones'. El objetivo es mejorar el aprendizaje de los estudiantes enseñando al *software* a identificar cuándo los niños están confundidos o aburridos, para ayudarles a concentrarse. Sin embargo, el enfoque es controvertido, dado que este tipo de recopilación de datos está caracterizado como 'limítrofes con las evaluaciones de salud mental..., [que] fomentan

una visión de los niños como pacientes potenciales que necesitan tratamiento' (Herold, 2018).

En algunos contextos, las herramientas de IA bajo esta categoría también se han utilizado para supervisar la atención de los estudiantes en clase (Connor, 2018), mientras que otras se han utilizado para realizar un seguimiento de la asistencia (Harwell, 2019) y predecir el rendimiento de los docentes, con consecuencias preocupantes (O'Neil, 2017). Estos aspectos de las aplicaciones orientadas al sistema deberían formar parte del debate más amplio sobre IA y educación.

Ejemplos prometedores

- *Chatbots* educativos: Los *chatbots* son programas informáticos en línea que utilizan servicios en la nube y técnicas de IA para mantener conversaciones simuladas con las personas. El usuario humano teclea o formula una pregunta y el *chatbot* responde, proporcionando información o realizando una tarea sencilla. Hay dos niveles de sofisticación de los *chatbots*. Mientras que la mayoría utiliza reglas y palabras clave para seleccionar entre respuestas previamente programadas, aquellos que cuentan con asistencia virtual (como Sir,i[20] Alexa,[21] DuerOS[22] y Xiaoyi)[23] utilizan el procesamiento del lenguaje natural y el aprendizaje automático para generar respuestas únicas. En contextos educativos, los chatbots se utilizan en una gama de aplicaciones cada vez más abarcadora. Esto incluye facilitar la admisión de estudiantes (por ejemplo, ¿Qué cursos de informática tienes?); brindar información 24 horas al día, 7 días a la semana (por ejemplo, ¿Cuándo tengo que entregar mi tarea?); y apoyar directamente el aprendizaje (quizás como parte de un aprendizaje basado en la colaboración y el diálogo, o enfoque ABCD (ver página 20), involucrando al estudiante en un diálogo hablado o proporcionando retroalimentación automatizada). Entre los chatbots educativos se encuentran Ada[24] y Deakin Genie.[25]

- OU Analyse,[26] una aplicación de IA diseñada por la Universidad Abierta del Reino Unido, puede predecir los resultados de los estudiantes e identificar a los que corren el riesgo de fracasar mediante el análisis de grandes volúmenes de datos generados por el SIGE de la universidad. Las predicciones están a disposición de los tutores de los cursos y los equipos de apoyo, mediante tableros de fácil acceso, para que puedan considerar el apoyo más adecuado. El objetivo general es preparar los estudiantes que puedan tener dificultades para completar sus cursos (Herodotou et al., 2017).

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

10. Tener en cuenta el gran avance en el uso de los datos para transformar los procesos de planificación de políticas basadas en datos empíricos. Considerar la posibilidad de integrar o elaborar tecnologías y herramientas de inteligencia artificial que sean pertinentes para perfeccionar los sistemas de información sobre la gestión de la educación a fin de mejorar la recopilación y el procesamiento de datos, de modo que la gestión y la impartición de la educación sean más equitativas, inclusivas, abiertas y personalizadas.
11. Considerar también la posibilidad de introducir nuevos modelos para impartir educación y formación en diferentes instituciones y entornos de aprendizaje que puedan verse facilitados por el uso de la inteligencia artificial, en beneficio de diferentes interesados, como los estudiantes, el personal docente, los padres y las comunidades.

(UNESCO, 2019a, p. 31-32)

- 'Swift' es un conjunto de métodos desarrollados por Swift eLearning Services en la India para ayudar a los sistemas SIGE a aprovechar los datos generados en un módulo de aprendizaje electrónico.[27] Los datos recogidos de las interacciones de los estudiantes brindan una valiosa información sobre cuándo y por qué ellos pueden experimentar dificultades o logros. El análisis de estos datos ayuda a crear planes de aprendizaje personalizados y adaptados a las preferencias del estudiante.

- En Estados Unidos, el sistema ALP[28]ofrece una funcionalidad de IA de respaldo a las tecnologías educativas estándar. El sistema analiza los datos de los usuarios y los agrega para crear perfiles psicométricos de las interacciones, preferencias y logros de cada estudiante.

- Con sede en Estados Unidos, pero con la participación de organizaciones de cuatro continentes, el proyecto UniTime[29] es un sistema integral de programación educativa impulsado por IA que desarrolla los horarios de los cursos y exámenes universitarios, gestiona los cambios de hora y de sala, e informa los horarios individuales de los estudiantes.

El uso de la IA para el aprendizaje y la evaluación

El uso de las tecnologías de IA, que en su mayoría están dirigidas a los estudiantes, ha recibido mayor atención por parte de investigadores, desarrolladores, educadores y personas a cargo de formular políticas. Estas aplicaciones, anunciadas como una 'cuarta revolución educativa' (Seldon y Abidoye, 2018), tienen como objetivo brindar a cada estudiante, en cualquier lugar del mundo, acceso a un aprendizaje a lo largo de la vida de alta calidad, personalizado y ubicuo (formal, informal y no formal). También hay potencial para que la IA ofrezca nuevos enfoques de la evaluación, como la evaluación adaptativa y continua posibilitada por la IA (Luckin, 2017). Sin embargo, es importante reconocer desde el principio que el uso de la IA para el aprendizaje y la evaluación también plantea varias preocupaciones que aún no se han abordado adecuadamente. Entre ellas,

la preocupación por su enfoque pedagógico, la falta de pruebas robustas sobre su eficacia y su posible impacto en las funciones de los docentes, así como cuestiones éticas más amplias (Holmes et al., 2018b, 2019).

Sistemas de tutoría inteligente

Por varias razones, comenzamos el debate sobre el uso de la IA para el aprendizaje y la evaluación con un conjunto de herramientas conocidas como 'sistemas de tutoría inteligente' (STI). De todas las aplicaciones educativas de la IA, los STI son los que llevan más tiempo siendo investigados (más de 40 años). Son las aplicaciones más comunes de IA en la educación y han sido experimentadas por más estudiantes que ninguna otra. Además, han atraído el mayor nivel de inversión e interés por parte de las principales empresas tecnológicas del mundo, y han sido adoptadas en los sistemas educativos de todo el mundo para ser utilizadas con millones de estudiantes.

En general, los STI funcionan ofreciendo tutorías paso a paso, individualizadas para cada estudiante, a través de temas en materias estructuradas como la matemática o la física. El sistema determina un camino óptimo a través de los materiales y las actividades de aprendizaje con base en el conocimiento de expertos en la materia y las ciencias cognitivas, y responde a los conceptos erróneos y a los éxitos de cada estudiante. Este enfoque también se aplica a veces en los sistemas de gestión de aprendizaje, como Moodle[30] y Open edX,[31] y en plataformas como Khan Academy.[32]

A medida que el estudiante participa en las actividades de aprendizaje, el sistema utiliza el rastreo de conocimientos[33] y el aprendizaje automático para ajustar mecánicamente el nivel de dificultad y ofrecer claves u orientación en función de los puntos fuertes y débiles de cada estudiante, a efectos de garantizar que este sea capaz de aprender el tema de forma eficiente. Algunos STI también captan y analizan datos sobre el estado afectivo del estudiante, e inclusive monitorean su mirada para inferir su nivel de atención.

Sin embargo, aunque resulten intuitivamente atractivos, es importante reconocer que los supuestos incorporados a los STI, y su típico enfoque de enseñanza basado en la transmisión de conocimientos, ignoran las posibilidades de otros enfoques valorados por las ciencias del aprendizaje, como el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje por descubrimiento guiado y el fracaso productivo (Dean Jr. y Kuhn, 2007). En particular, el 'aprendizaje personalizado' brindado por los STI suele personalizar únicamente las vías de acceso a los contenidos prescritos, en lugar de promover la iniciativa de los estudiantes mediante la personalización de los resultados del prendizaje y permitirles alcanzar sus propias metas personales. Aunque estudios han demostrado que ciertos STI diseñados por investigadores se comparan bien con la enseñanza en clase completa (por ejemplo, du Boulay, 2016), y a pesar de que han sido comprados por varios sistemas educativos de todo el mundo, en realidad hay poca evidencia robusta de que los STI comerciales sean tan efectivos como afirman sus desarrolladores (Holmes et al., 2018a).

El uso extensivo de los STI plantea también otros problemas. Por ejemplo, tienden a reducir el contacto humano entre estudiantes y docentes. Además, en una clase típica de STI, los docentes suelen pasar mucho tiempo en su mesa para observar el tablero de interacciones de los estudiantes. Si el docente decide desplazarse por el aula, como podría ocurrir en una clase sin STI, pierde acceso a lo que hacen los estudiantes, lo que hace que sea un reto decidir a qué prestarle atención. Para abordar esta cuestión, una extensión de STI llamada Lumilo (Holstein et al., 2018) utiliza gafas inteligentes de realidad aumentada para hacer 'flotar' información por sobre la cabeza de cada estudiante con respecto a su aprendizaje (por ejemplo, conceptos erróneos) o comportamientos (por ejemplo, falta de atención), ofreciendo a los docentes información profunda y continua con base en la cual pueden intervenir. Se trata de un uso cautivante de una tecnología de IA inteligente, pero que, cabe señalar, ha sido diseñado para abordar un problema desencadenado por otro uso de la tecnología de IA. También es un enfoque que plantea cuestiones de derechos humanos, especialmente el derecho a la privacidad.

En la actualidad, existen más de 60 STI comerciales a nivel global, como Alef, [34] ALEKS,[35] Byjus,[36] Mathia,[37] Qubena,[38] Riiid[39] y Squirrel AI.[40] La Comisión de Educación de las escuelas de Vietnam está probando un enfoque conocido como Hi-Tech Hi-Touch (alta tecnología, alto contacto), que tiene como objetivo aprovechar lo mejor de los STI y lo mejor de los docentes.[41]

Sistemas de Aprendizaje Basado en la Colaboración y el Diálogo

Los sistemas de Aprendizaje Basado en la Colaboración y el Diálogo (ABCD) utilizan el procesamiento del lenguaje natural y otras técnicas de IA para simular un diálogo tutorial practicado entre tutores humanos y estudiantes mientras estos trabajan paso a paso en tareas en línea, sobre todo en temas de informática, pero más recientemente también en dominios menos estructurados. Los sistemas ABCD adoptan un enfoque socrático de la tutoría, investigando con preguntas generadas por la IA, en lugar de brindar instrucción, para desarrollar una conversación en la que se orienta a los estudiantes a que descubran por sí mismos la solución adecuada para un problema. El objetivo es animar a los estudiantes a crear explicaciones conjuntas que les permitan alcanzar una comprensión profunda del tema, en lugar del entendimiento superficial que puede obtenerse con algunos STI instructivos.

En la actualidad, hay relativamente pocos sistemas ABCD en uso. La mayoría se aplica en proyectos de investigación. El más probado es AutoTutor (Graesser et al., 2001). Watson Tutor es un sistema comercial desarrollado por IBM y Pearson Education.[42]

Entornos de aprendizaje exploratorio

Una alternativa a los enfoques paso a paso de los STI y los sistemas ABCD son los entornos de aprendizaje exploratorio (EAE). Los EAE adoptan una filosofía constructivista: en lugar de seguir una secuencia paso a paso como el modelo de 'transmisión de conocimientos' favorecido por los STI, se anima a los estudiantes a construir activamente su propio conocimiento explorando el entorno de aprendizaje y estableciendo conexiones con su esquema previo de conocimientos. El papel de la IA en los EAE es minimizar la sobrecarga cognitiva que suele asociarse al aprendizaje exploratorio, brindando orientación y retroalimentación basadas en el rastreo de conocimientos y el aprendizaje realizado por los sistemas. Esta retroalimentación aborda los conceptos erróneos y propone enfoques alternativos para apoyar al estudiante mientras explora.

En términos generales, los EAE aún deben salir de los laboratorios de investigación. Algunos ejemplos son ECHOES (Bernardini et al., 2014); Fractions Lab (Rummel et al., 2016); y Betty's Brain (Leelawong y Biswas, 2008).

Evaluación Automatizada de la Escritura

En vez de que los estudiantes trabajen en las computadoras y reciban apoyo adaptativo inmediato, la evaluación automatizada de la escritura (EAES) utiliza el procesamiento del lenguaje natural y otras técnicas de IA para brindar retroalimentación automática sobre la escritura. En general, existen dos enfoques de EAES que se entrelazan: EAES formativa, que permite al estudiante mejorar su escritura antes de presentarla para evaluación, y EAES sumativa, que facilita la calificación automática de la escritura de los estudiantes.

De hecho, la mayor parte de las EAES se centran en la calificación en vez de en la retroalimentación. Estas se han diseñado principalmente para reducir los costos de evaluación y, por lo tanto, pueden considerarse como un componente de las aplicaciones orientadas a los sistemas. Sin embargo, desde que se introdujeron, las EAES sumativas han sido controversiales (Feathers, 2019). Por ejemplo, han sido criticadas por dar crédito a los estudiantes por características superficiales como la longitud de la frase, incluso si el texto no tiene ningún sentido - pueden ser 'engañadas por galimatías'. Los sistemas tampoco son capaces de evaluar la creatividad. Lo más preocupante es que los algoritmos en los que se basa la EAES a veces están sesgados, especialmente en detrimento de los estudiantes pertenecientes a minorías, posiblemente debido a los diferentes usos del vocabulario y la estructura de las frases. La EAES sumativa tampoco aborda el acceso fácil a las tareas escolares y universitarias 'falsas', es decir, a las redacciones escritas por las tecnologías de IA, aprovechando la experiencia en el campo temático e imitando el estilo de escritura de cada estudiante. Es probable que estas sean muy difíciles de detectar.[43] Por último, el uso de la IA para calificar los trabajos tampoco reconoce el valor de la calificación. Aunque la corrección puede llevar mucho tiempo y ser tediosa, también puede ser la mejor oportunidad para que los docentes comprendan las competencias de sus estudiantes.

Sin embargo, algunas actividades de EAES dirigidas a los estudiantes priorizan la entrega de retroalimentación que está diseñada para ser procesable - para ayudar al estudiante a mejorar su escritura y para promover procesos de orden superior, como el aprendizaje autorregulado y la metacognición.

La EAES, tanto formativa como sumativa, se utiliza actualmente en muchos contextos educativos a través de programas como WriteToLearn,[44] e-Rater,[45] y Turnitin.[46] Un enfoque relacionado, que utiliza la IA para comparar la producción de un estudiante nuevo con un gran corpus de producción de estudiantes anteriores evaluados por docentes, ha sido utilizado para evaluar performances musicales, por ejemplo con el programa Smartmusic.[47]

Aprendizaje de idiomas y lectura con apoyo de la IA

Las herramientas de lectura y aprendizaje de idiomas utilizan cada vez más la IA para mejorar su abordaje. Por ejemplo, algunas utilizan la personalización del plan de aprendizaje al estilo de los STI, junto con el reconocimiento del habla impulsado por la IA. Normalmente, el reconocimiento del habla se emplea para comparar la producción de los estudiantes con muestras grabadas de hablantes nativos, con el fin de brindar retroalimentación automática que ayude al estudiante a mejorar su pronunciación. Otros usos de la traducción automática consisten en ayudar a los estudiantes a leer material didáctico en otros idiomas y permitir que estudiantes de diferentes culturas interactúen más fácilmente entre sí. Por su parte, otros sistemas detectan y analizan automáticamente las habilidades de lectura para ofrecer retroalimentación personalizada a los estudiantes.

Entre las aplicaciones de IA para lectura y aprendizaje de idiomas se encuentran AI Teacher,[48] Amazing English,[49] Babbel,[50] y Duolingo[51].

Robots inteligentes

También se está explorando el uso de robots habilitados por la IA o 'inteligentes' en la educación (Belpaeme, 2018), especialmente en entornos para niños y niñas con discapacidades o dificultades de aprendizaje. Por ejemplo, se han creado robots humanoides con capacidad de habla para estudiantes en el espectro autista que proporcionan interacciones mecánicas predecibles en lugar de humanas, lo que puede resultar confuso para estos estudiantes. El objetivo es desarrollar sus habilidades comunicativas y sociales (Dautenhahn et al., 2009).

Otro ejemplo son los robots de telepresencia para que los estudiantes que no pueden ir a la escuela, quizá por una enfermedad o una crisis humanitaria o de refugiados, puedan acceder al aula.[52] Un tercer ejemplo es el uso de robots humanoides, como Nao[53] o Pepper[54] en las clases de educación preescolar en Singapur (Graham, 2018),

para introducir a los niños pequeños en la programación informática y otros temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM).

Agentes enseñables

Desde hace tiempo se sabe que se puede aprender un tema con mayor profundidad y mejor retención cuando se enseña a otros (Cohen et al., 1982). Este efecto ha sido explotado por varios enfoques de IA. Por ejemplo, en el EAE mencionado anteriormente, Betty's Brain, se anima a los estudiantes a enseñar sobre el ecosistema de un río a una compañera virtual llamada Betty. En otro ejemplo de un proyecto de investigación sueco, el estudiante enseña a un agente virtual las reglas de un juego educativo basado en las matemáticas (Pareto, 2009). Un tercer ejemplo, procedente de Suiza, involucra a niños y niñas pequeños que enseñan a un robot humanoide a escribir a mano,[55] un enfoque que ha demostrado estimular la metacognición, la empatía y la autoestima (Hood et al., 2015).

Realidad virtual y aumentada en educación

La realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) son dos innovaciones relacionadas que se han aplicado en contextos educativos y que con frecuencia se combinan con el aprendizaje automático y otras técnicas de IA para mejorar la experiencia del usuario. La RV se ha utilizado en la enseñanza de muchas asignaturas, desde el nivel preescolar hasta el de la enseñanza secundaria, como la astronomía, la biología y la geología. Las gafas de RV proporcionan una experiencia de inmersión que excluye el mundo físico, lo que permite a los usuarios sentirse transportados a una serie de entornos reales o imaginarios (como la superficie de Marte, el interior de un volcán o el útero humano en el que se desarrolla un feto). Algunas innovaciones de la RV utilizan técnicas de IA para controlar avatares virtuales realistas, permitir el control por voz mediante el procesamiento del lenguaje natural o generar entornos completos a partir de unas pocas imágenes.

La RA, por su parte, superpone imágenes generadas por computadoras a la visión del mundo real que tiene el usuario (de forma muy parecida a la pantalla de un piloto de caza). La RA es el método antes mencionado que utiliza Lumilo para hacer flotar sobre la cabeza de un estudiante información sobre su rendimiento en STI. Cuando la cámara de un teléfono inteligente apunta a un determinado código QR, puede aparecer un corazón humano en 3D que puede explorarse en detalle. La RA también podría involucrar el reconocimiento y el seguimiento de imágenes impulsados por la IA. Esta es la tecnología que hace posible, en algunos teléfonos móviles y sitios como Instagram o Snapchat, colocar orejas de conejo o bigotes de gato en imágenes de personas. Entre los ejemplos de RV y RA que se utilizan en la educación se encuentran Blippar,[56] EonReality,[57] Google Education,[58] NeoBear,[59] y VR Monkey.[60]

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

13. Revisar y definir dinámicamente las funciones de los docentes y las competencias que necesitan en el contexto de las políticas relativas a los docentes, fortalecer las instituciones de formación de docentes y elaborar programas adecuados de desarrollo de capacidades para preparar a los docentes para trabajar eficazmente en entornos educativos con fuerte presencia de la inteligencia artificial.
14. Conocer las tendencias en cuanto al potencial de la inteligencia artificial para apoyar el aprendizaje y las evaluaciones del aprendizaje, y revisar y ajustar los planes de estudios para promover la integración profunda de la inteligencia artificial y transformar las metodologías del aprendizaje. Considerar la posibilidad de aplicar las herramientas de inteligencia artificial disponibles o elaborar soluciones de inteligencia artificial innovadoras de modo que los beneficios del uso de la inteligencia artificial superen claramente los riesgos, a fin de facilitar tareas de aprendizaje bien definidas en diferentes áreas temáticas y apoyar la elaboración de herramientas de inteligencia artificial para competencias y aptitudes interdisciplinarias.
15. Aplicar o elaborar herramientas de inteligencia artificial para apoyar los procesos de aprendizaje adaptativo; para aprovechar el potencial de los datos a fin de permitir la evaluación de las múltiples dimensiones de las competencias de los estudiantes; y para apoyar la evaluación a gran escala y a distancia.

(UNESCO, 2019a, pp. 32-33)

Orquestadores de redes de aprendizaje

Los orquestadores de redes de aprendizaje (ORA) son herramientas que permiten a las redes de estudiantes y docentes participar en el aprendizaje y organizar actividades de aprendizaje. Los ORA suelen poner en contacto a los participantes en función de su disponibilidad, dominio de la materia y experiencia, y pueden facilitar la coordinación y la cooperación.

Un ejemplo, 'Third Space Learning', pone en contacto a estudiantes del Reino Unido que corren el riesgo de reprobar matemáticas con tutores de matemáticas de otros países.[61] Otro es 'Smart Learning Partner', que consiste en una plataforma impulsada por la IA que permite a los estudiantes elegir y conectarse con un tutor humano a través de sus teléfonos móviles, como en una aplicación de citas, para recibir apoyo individual.[62]

Aprendizaje colaborativo con IA

Se sabe que el aprendizaje colaborativo, en el que los estudiantes trabajan juntos para resolver problemas, mejora los resultados del aprendizaje (Luckin et al., 2017), pero la colaboración efectiva entre estudiantes puede ser difícil de lograr. La IA puede transformar el aprendizaje colaborativo de varias maneras: una herramienta podría ayudar a conectar a los estudiantes a distancia; podría identificar a los estudiantes más adecuados para determinadas tareas colaborativas y agruparlos en consecuencia; o podría contribuir activamente a las discusiones de grupo, como un agente virtual. Aunque no se han identificado ejemplos específicos, actualmente

es un área de interés para la investigación (por ejemplo, Cukurova et al., 2017).

El uso de la IA para capacitar a los docentes y mejorar la enseñanza

A pesar de su potencial para empoderar a los docentes, el uso de aplicaciones de IA orientadas a los docentes para mejorar la enseñanza y potenciar a los docentes ha recibido hasta ahora mucha menos atención que la IA orientada a los estudiantes, que por definición sustituye al docente. En la actualidad, los investigadores y desarrolladores suelen incluir a los docentes sólo al final del proceso, por ejemplo, añadiendo un panel para mostrar los datos del STI de los estudiantes. Sin embargo, esto está empezando a cambiar lentamente.

Muchas aplicaciones de IA orientadas a los docentes pretenden ayudarles a reducir la carga de trabajo automatizando tareas como la evaluación, la detección de plagio, la gestión y la retroalimentación. A menudo se argumenta que esto debería liberar tiempo para que los docentes inviertan en otras tareas, como proporcionar un apoyo más eficaz a los estudiantes de forma individual. Sin embargo, a medida que se desarrolla la IA, es posible que los docentes se vean liberados de tantas tareas, al punto de que la necesidad percibida de los docentes se reduzca a casi nada. Aunque esto podría tener algunas ventajas en contextos en los que los docentes son escasos, el objetivo de eliminar la necesidad de docentes humanos revela una incomprensión fundamental de su papel social esencial en el proceso de aprendizaje.

No obstante, existe un amplio consenso de que, a medida que las herramientas de IA estén más disponibles en las aulas, es probable que el papel de los docentes cambie. Lo que aún no está claro es cómo ocurrirá esto. Sin embargo, sabemos que los docentes tendrán que adquirir nuevas competencias que les permitan trabajar eficazmente con la IA y emprender un desarrollo profesional adecuado para fomentar sus capacidades humanas y sociales.

Supervisión de foros de debate basados en la IA

Las tecnologías de IA se están utilizando para apoyar la enseñanza en línea, especialmente para ayudar a los docentes o facilitadores a supervisar los foros de debate asincrónicos. En estos foros, los estudiantes responden a las tareas encomendadas, preguntan a sus tutores sobre los materiales del curso y participan en oportunidades de aprendizaje colaborativo. Esto suele generar un gran número de mensajes, que deben ser moderados y atendidos. La IA puede ayudar de varias maneras: una herramienta podría clasificar los mensajes del foro y responder automáticamente a los más sencillos, agrupar los mensajes que plantean cuestiones coincidentes, o utilizar el análisis de sentimientos para identificar los mensajes que revelan estados emocionales negativos o no productivos.

En conjunto, estas técnicas también podrían permitir a los tutores humanos estar informados acerca de las opiniones de los estudiantes y de sus preocupaciones colectivas. Un ejemplo, aunque con algunos problemas éticos, fue el asistente de IA 'Jill Watson', desarrollado en Georgia Tech (Estados Unidos) para clasificar los mensajes del foro y responder preguntas cuando era posible (como ¿Cuándo tengo que entregar mi tarea?), mientras remitía otros mensajes más complejos a los asistentes de enseñanza humanos. Este asistente de IA se basó en la plataforma Watson de IBM, y respondía automáticamente a algunas preguntas de los estudiantes y les enviaba correos electrónicos sobre sus tareas (Goel y Polepeddi, 2017). Aunque se consideró que tenía éxito, se criticó la ética porque engañaba a los estudiantes haciéndoles creer que el asistente de IA era una persona real, por ejemplo, retrasando sus respuestas y utilizando el humor.

Modelo de 'doble docente' humano de IA

Aunque hay algunas excepciones notables, gran parte de la IA en la educación se ha diseñado -intencionadamente o no- para sustituir algunas tareas docentes, en lugar de ayudarlos a enseñar con mayor eficacia. Algunas escuelas de las zonas rurales más remotas de China ya utilizan lo que se conoce como 'modelo de doble docente'. En este enfoque, un docente experto imparte una clase a través de un enlace de video a los estudiantes de un aula lejana, que reciben orientación adicional de un docente local con menos experiencia (iResearch Global, 2019). Una posibilidad futura es que un asistente de enseñanza de IA pueda dar apoyo a uno de estos roles. La IA podría ayudar al docente humano en muchas tareas, incluyendo la prestación de experiencia especializada o recursos de desarrollo profesional, la colaboración con colegas, tanto dentro como fuera del entorno particular, la supervisión del rendimiento de los estudiantes y el seguimiento del progreso a lo largo del tiempo. Qué y cómo enseñar a los estudiantes seguiría siendo responsabilidad y prerrogativa del docente. El papel de la herramienta de IA sería simplemente facilitar el trabajo del docente y hacerlo más colaborativo. Un ejemplo es el 'aula de IA de LeWaijiao',[63] que fue diseñada para apoyar a los docentes humanos para que puedan realizar todas las tareas clave.

Asistentes de enseñanza impulsados por la IA

Como ya se ha dicho, muchas tecnologías están diseñadas con el objetivo de liberar a los docentes de actividades que consumen mucho tiempo, como pasar lista, corregir tareas y responder a las mismas preguntas una y otra vez. Sin embargo, al hacerlo, 'asumen' de hecho gran parte de la enseñanza (algunos afirman que ofrecen actividades de aprendizaje personalizadas 'mejor que' los docentes), interfieren en la relación docente-estudiante y pueden reducir a los docentes a un papel funcional. Por ejemplo, uno de

los objetivos de la evaluación automatizada de la escritura (EAES) es aliviar a los docentes de la carga de la corrección. Sin embargo, como hemos señalado, aunque la calificación puede ser onerosa, a menudo es una oportunidad clave para que los docentes aprendan sobre las estrategias y capacidades de sus estudiantes. Esto puede perderse con el uso de la EAES.

Además, este enfoque subestima claramente las habilidades y experiencias únicas de los docentes, así como las necesidades sociales y de orientación de los estudiantes. En lugar de limitarse a automatizar la enseñanza basada en computadoras, la IA podría ayudar a abrir posibilidades de enseñanza y aprendizaje que de otro modo serían difíciles de lograr, o que desafiarían o incluso sería disruptivas en relación con las pedagogías existentes. Este enfoque tendría como objetivo aumentar la experiencia de los docentes, tal vez por medio de un asistente de enseñanza de IA (AE IA) (Luckin y Holmes, 2017). Existen algunas aplicaciones de IA diseñadas para capacitar a los docentes y a las escuelas para facilitar la transformación del aprendizaje. Se han llevado a cabo algunas investigaciones al respecto, pero es necesario superar muchas cuestiones técnicas y éticas antes de que puedan emplearse en entornos reales.

3.2 ¿Cómo puede aprovecharse mejor la IA para el bien común en la educación?

Como ya se ha explorado, la IA ya se está utilizando en contextos educativos de múltiples maneras. Sin embargo, a pesar de utilizar tecnologías de vanguardia, estas aplicaciones a menudo se limitan a automatizar algunas prácticas anticuadas de aula, en lugar de utilizar las posibilidades únicas de la IA para reimaginar la enseñanza y el aprendizaje. En otras palabras, la atención de los investigadores y desarrolladores de IA que trabajan en el ámbito de la educación se ha centrado hasta ahora en la relativamente fácil de abordar, aunque todavía compleja, tarea de memorizar y recordar conocimientos. Las posibilidades de abordar cuestiones educativas más complejas, como el aprendizaje colaborativo o las nuevas formas de evaluar y acreditar, todavía no se han investigado a fondo, y mucho menos se han puesto a disposición como productos comerciales a escala.

Por lo tanto, para estimular el diálogo, aquí se sugieren algunas formas innovadoras en las que la IA podría ser explotada para el bien común en la educación.

Compañeros de aprendizaje a lo largo de la vida impulsados por la IA

El deseo de que cada estudiante tenga su propio tutor personalizado a lo largo de la vida es lo que inicialmente inspiró el uso de la IA en el aprendizaje.

Desde el punto de vista técnico, no sería difícil aprovechar las capacidades de los teléfonos inteligentes y las tecnologías para crear un compañero de aprendizaje impulsado por la IA que pudiera acompañar a los estudiantes a lo largo de toda su vida. En lugar de enseñar al estudiante a la manera de un STI, un compañero de aprendizaje proporcionaría apoyo continuo, con base en los intereses y objetivos individuales del estudiante, para ayudarle a decidir qué aprender, así como dónde y cómo. También podría guiar al estudiante a lo largo de planes de aprendizaje individualizados, diseñados para ayudarle a abordar sus objetivos emergentes y a conectar sus intereses y logros de aprendizaje, al tiempo que le animaría a reflexionar y revisar sus objetivos de aprendizaje a largo plazo. Sin embargo, a pesar de su gran potencial, actualmente no existen productos comerciales de aprendizaje a lo largo de la vida basados en la IA, y la investigación es escasa.

Evaluación continua con IA

Aunque hay pocas pruebas de su validez, fiabilidad o precisión, los exámenes de alto impacto son esenciales en los sistemas educativos de todo el mundo. Con estos exámenes en vigor, las escuelas y universidades a menudo enseñan para la prueba, dando prioridad al desarrollo de las habilidades cognitivas rutinarias y la adquisición de conocimientos (los tipos de conocimiento que están siendo suplantados por la IA) en lugar de la comprensión en profundidad y la aplicación auténtica.

De hecho, la IA ya se está desarrollando para ampliar las prácticas de examen existentes. Por ejemplo, el reconocimiento facial, el reconocimiento de voz, la dinámica del teclado y el análisis forense de textos basados en la IA se utilizan cada vez más para verificar a los candidatos en los exámenes que se hacen a distancia.[64] Aunque esto puede ser beneficioso para algunos estudiantes (por ejemplo, las personas con discapacidad que tienen dificultades para asistir a los exámenes presenciales), estas herramientas no han demostrado ser eficaces a gran escala, y perpetúan, en lugar de mejorar, los problemas de las prácticas de evaluación basadas en exámenes.

Un enfoque alternativo de evaluación podría ser posible con herramientas de IA diseñadas para supervisar continuamente el progreso del estudiante, con el fin de proporcionarle retroalimentación dirigida y evaluar su desempeño. Toda esta información podría recopilarse a lo largo del tiempo que el estudiante pasa en el entorno educativo formal. Aunque el uso de la evaluación continua impulsada por la IA para sustituir a los exámenes de alto impacto puede ser atractivo, también ilustra los dos lados de la aplicación de la IA en la educación: los beneficios y los retos. Permitir que los estudiantes demuestren sus competencias mientras aprenden presenta ventajas en algunos aspectos, pero no está tan claro cómo puede

lograrse sin un seguimiento continuo, es decir, sin vigilancia. Este seguimiento plantea muchos problemas éticos.

Registro de los logros del aprendizaje a lo largo de la vida con la IA

Un 'portafolio electrónico impulsado por la IA' podría utilizarse para cotejar toda la información de evaluación continua registrada a lo largo del tiempo que el estudiante permanezca en la educación formal, junto con los datos sobre su participación en el aprendizaje no formal (como el aprendizaje de un instrumento musical o una artesanía) y el aprendizaje informal (como la adquisición de un idioma). Este registro funcionaría como un currículum inteligente y dinámico que podría ser respaldado y autentificado por las tecnologías de *blockchain*.[65] De este modo, los estudiantes tendrían un registro sólido y acreditado de sus experiencias y logros de aprendizaje, potencialmente mucho más detallado que una colección de certificados de exámenes. Podrían compartir el acceso seguro a las partes pertinentes de su portafolio electrónico con los proveedores de enseñanza superior y posibles empleadores.

Consensus de Beijing sur l'intelligence artificielle et l'éducation

20. Reafirmar que el principio rector para lograr el ODS 4 es el aprendizaje permanente, que abarca el aprendizaje formal, no formal e informal. Adoptar las plataformas de inteligencia artificial y el análisis del aprendizaje mediante datos como tecnologías clave en la construcción de sistemas integrados de aprendizaje permanente para facilitar el aprendizaje personalizado en cualquier momento, en cualquier lugar y potencialmente para cualquier persona, con respeto por la voluntad de los educandos. Aprovechar el potencial de la inteligencia artificial para posibilitar vías de aprendizaje flexibles y la acumulación, el reconocimiento, la certificación y la transferencia de los resultados del aprendizaje individuales.

21. Tener presente la necesidad de prestar una atención normativa adecuada a las necesidades de las personas mayores, especialmente las mujeres, y de implicarlas en el desarrollo de los valores y las competencias necesarios para convivir con la inteligencia artificial, a fin de romper las barreras para el acceso a la vida digital. Planificar y ejecutar programas con financiación suficiente para dotar a los trabajadores mayores de competencias y opciones que les permitan permanecer económicamente activos durante el tiempo que deseen y participar en sus sociedades.

(UNESCO, 2019a, p. 34)

3.3 ¿Cómo podemos garantizar el uso ético, inclusivo y equitativo de la IA en la educación?

El uso ético, inclusivo y equitativo de la IA en la educación repercute en cada uno de los ODS. Hay cuestiones centradas en los datos y los algoritmos, en las opciones pedagógicas, en la inclusión y la exclusión digitales, en el derecho de los niños y las niñas a la privacidad, la libertad y el desarrollo sin obstáculos, así como en la equidad en términos de género, discapacidad, situación social y económica, origen étnico y cultural, y ubicación geográfica.

Nuevas cuestiones éticas y legales relacionadas con los datos y algoritmos educativos

El despliegue generalizado de las tecnologías de IA acarrea múltiples riesgos y retos, como los que se centran en la propiedad de los datos (por ejemplo, la explotación de datos con fines comerciales), el consentimiento (por ejemplo, si los estudiantes son capaces, desde el punto de vista de su desarrollo o de la ley, de dar un consentimiento verdaderamente informado) y la privacidad (tales como el uso de sistemas intrusivos de detección de emociones). Otro riesgo es que los sesgos algorítmicos puedan atentar contra los derechos humanos básicos. También existe la preocupación adicional de que los datos y la experiencia de la IA están siendo acumulados por un pequeño número de superpotencias tecnológicas y militares internacionales.

No obstante, aunque el abanico de tecnologías de IA en la educación es amplio y creciente,

> **En todo el mundo, prácticamente no se han llevado a cabo investigaciones, no se han acordado directrices, no se han formulado políticas ni se han promulgado reglamentos para abordar las cuestiones éticas específicas que plantea el uso de la inteligencia artificial en la educación. (Holmes et al., 2018b, p. 552, traducción libre)**

Al igual que en el caso de la IA convencional, existe preocupación por los grandes volúmenes de datos personales recopilados para apoyar la aplicación de la IA en la educación, un proceso que se ha denominado '*dataveillance*' (vigilancia de datos) (Lupton y Williamson, 2017). ¿A quién pertenecen y quién puede acceder a estos datos, cuáles son los problemas de privacidad y confidencialidad, y cómo deberían analizarse, interpretarse y compartirse los datos? Todos los estudiantes son susceptibles de que sus datos personales se utilicen de forma indebida o se pongan en peligro, sobre todo si se tiene en cuenta que menos del 30% de los países de todo el mundo (excluida Europa) han implementado leyes abarcadoras de protección de datos.

Otra preocupación importante es la posibilidad de que se incorpore un sesgo consciente o inconsciente en los algoritmos de IA (es decir, en la forma en que se analizan los datos).

De hecho, los algoritmos están desempeñando un papel cada vez más extendido en la sociedad, automatizando una amplia gama de tareas que van desde las decisiones que afectan la obtención de un empleo hasta el tiempo que alguien debe permanecer en prisión. Sin embargo, las personas reconocen cada vez más que los algoritmos no son tan neutrales como se los presenta a menudo; y que, por ejemplo, pueden automatizar sesgos con diversos grados de consecuencias negativas para las personas (Hume, 2017).

Cualquier análisis sesgado podría afectar negativamente los derechos humanos de los estudiantes (en términos de género, edad, raza, estatus socioeconómico, desigualdad de ingresos, etc.). Sin embargo, estas preocupaciones éticas concretas, centradas en los datos y el sesgo, son las 'incógnitas conocidas' y son objeto de mucho debate en la corriente principal de la IA.[66] Hay sugerencias de que el interés de las principales empresas tecnológicas en el 'lavado de ética' está creciendo, en un intento de evitar la regulación nacional o internacional (Hao, 2019). También debemos considerar las 'incógnitas desconocidas', aquellas cuestiones éticas planteadas por la interacción de la IA y la educación que aún no se han identificado. Las cuestiones éticas incluyen:

- ¿Qué criterios deben tenerse en cuenta para definir y actualizar continuamente los límites éticos de la recogida y el uso de los datos de los estudiantes?
- ¿Cómo podrían las escuelas, los estudiantes y los docentes evitar o cuestionar su representación en los grandes conjuntos de datos?
- ¿Cuáles son las implicancias éticas de no poder cuestionar fácilmente el modo en que la IA toma decisiones (utilizando redes neuronales de varios niveles)?
- ¿Cuáles son las obligaciones éticas de las organizaciones privadas (desarrolladores de productos) y de las autoridades (escuelas y universidades que participan en la investigación)?
- ¿Cómo influye el carácter transitorio de los intereses y las emociones de los estudiantes, así como la complejidad del proceso de aprendizaje, en la interpretación de los datos y la ética de la IA aplicada en contextos educativos?
- ¿Qué enfoques pedagógicos están justificados desde el punto de vista ético?

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

Velar por el uso ético, transparente y verificable de los datos y algoritmos educativos:

28. Tener en cuenta que las aplicaciones de la inteligencia artificial pueden imponer diferentes tipos de sesgos inherentes a los datos de los que se nutre la tecnología, así como a la forma en que se construyen y utilizan los procesos y algoritmos. Tener en cuenta los dilemas que plantea el equilibrio entre el acceso abierto a los datos y la protección de la privacidad de los datos. Tener presentes las cuestiones legales y los riesgos éticos relacionados con la propiedad y la privacidad de los datos y su disponibilidad para el bien público. Tener presente la importancia de adoptar principios relativos a la ética, la privacidad y la seguridad como parte del diseño.
29. Experimentar y adoptar nuevas tecnologías y herramientas de inteligencia artificial para garantizar la protección de la privacidad de los datos y la seguridad de los datos de docentes y educandos. Apoyar un estudio sólido y a largo plazo de cuestiones éticas más profundas en relación con la inteligencia artificial, velando por que la inteligencia artificial se utilice para el bien y se impidan sus aplicaciones nocivas. Elaborar leyes de protección de datos y marcos regulatorios integrales para garantizar la utilización y reutilización éticas, no discriminatorias, equitativas, transparentes y verificables de los datos de los educandos .
30. Ajustar los marcos regulatorios existentes o adoptar otros nuevos para velar por el desarrollo y el uso responsables de las herramientas de inteligencia artificial para la educación y el aprendizaje. Facilitar la investigación sobre cuestiones relacionadas con la ética y la privacidad y seguridad de los datos de la inteligencia artificial y sobre las preocupaciones por el impacto negativo de la inteligencia artificial en los derechos humanos y la igualdad de género.

(UNESCO, 2019a, p. 36)

Además, la aplicación de la IA en la educación ha sido criticada por ser tanto intrusiva como deshumanizadora: intrusiva porque algunas aplicaciones requieren un seguimiento continuo de las acciones, los gestos y las emociones de los estudiantes; deshumanizadora porque algunas IA requieren que los estudiantes se ajusten a métodos prescriptivos de enseñanza, con una interacción humana mínima, siguiendo vías estructuradas de contenido fragmentado, lo que reduce la autonomía del estudiante.

Hay casos que han sacado a la luz controversias éticas, como la grabación de clases y el uso de la IA para analizar cómo la calidad de la conversación en el aula contribuye al aprendizaje (Kelly et al., 2018). El uso de la IA para identificar patrones y problemas de aprendizaje es quizás menos problemático desde el punto de vista ético, si los dispositivos no se introducen en las aulas de forma intrusiva. Sin embargo, en algunas escuelas se utilizan cámaras de aula impulsadas por IA para supervisar el comportamiento de los estudiantes (Loizos, 2017). Esto ha traspasado los límites éticos porque se instala tecnología de reconocimiento facial para comprobar cuán atentos están los estudiantes en clase. Cada movimiento de los estudiantes es observado por múltiples cámaras ubicadas sobre la pizarra. El sistema funciona mediante la identificación de las expresiones faciales y la introducción de esa información en una computadora que evalúa si los estudiantes están concentrados o si sus mentes están divagando. En un ejemplo, la computadora se fija en siete emociones diferentes: neutro, feliz, triste, desilusionado, enfadado, asustado y sorprendido. Si llega a la conclusión de que el estudiante está distraído, enviará una notificación al docente para que tome medidas. Sin embargo, estas cámaras han aumentado los niveles de ansiedad y han cambiado el comportamiento natural de los estudiantes. Los estudiantes han informado que sienten que un par de ojos misteriosos les observan constantemente.

Otro enfoque basado en la IA va aún más lejos, ya que utiliza sensores de electroencefalografía (EEG) [67] en cintas para la cabeza para detectar la actividad cerebral cuando el estudiante se dedica a una tarea. Una vez más, los creadores afirman que esta tecnología tiene el potencial de mejorar el aprendizaje - una afirmación que ha sido cuestionada por los neurocientíficos. Estas cintas o vinchas podrían dar lugar a resultados inexactos o a consecuencias no deseadas. Cabe destacar que, en octubre de 2019, la Administración del Ciberespacio y el Ministerio de Educación de China introdujeron regulaciones diseñadas para frenar el uso de cámaras, cintas y otros dispositivos impulsados por la IA en las escuelas (Feng, 2019). Estas normativas exigen que se obtenga el consentimiento de los padres antes de utilizar las tecnologías de IA con los estudiantes. También exigen que todos los datos estén encriptados. Esto ha tenido el efecto de detener, aunque posiblemente sólo de forma temporal, el uso de tecnologías de reconocimiento facial y EEG en las escuelas chinas.

En el Consenso de Beijing, la ética de la IA en la educación se articula en los párrafos 28 a 30. El Consenso también recomienda que todos los gobiernos elaboren y apliquen marcos regulatorios que garanticen el desarrollo y el uso responsable de las herramientas de IA para la educación y el aprendizaje. Esto debería basarse en la 'Recomendación mundial sobre ética en la inteligencia artificial' de la UNESCO (2020), que está actualmente en desarrollo.

La brecha entre quienes tienen y no tienen acceso a las tecnologías digitales básicas, como Internet y la IA, es una preocupación que repercute en cada uno de los ODS. Para complicar las cosas, esta exclusión digital existe en muchas dimensiones, por ejemplo: entre los países desarrollados y los países en desarrollo, entre los diferentes grupos socioeconómicos dentro de los países, entre propietarios y usuarios de las tecnologías, así como entre aquellos cuyos puestos de trabajo se ven favorecidos por la IA y aquellos cuyos puestos de trabajo son susceptibles de ser sustituidos.

Para centrarnos brevemente en un ejemplo, las disparidades en el acceso a las redes de telecomunicaciones afectan a muchas personas en los países en desarrollo, así como a los habitantes de entornos rurales en los países desarrollados. Además, aunque los precios de la banda ancha se han reducido significativamente en los últimos años, los servicios y dispositivos digitales siguen siendo inasequibles para muchos, lo que crea una barrera para la adopción generalizada de la IA.

De hecho, una banda ancha deficiente puede conducir a un círculo vicioso: sin banda ancha, el acceso a las tecnologías digitales es limitado, y quienes no tienen acceso no aparecen en los conjuntos de datos de los cuales depende el aprendizaje automático. De este modo, las esperanzas, los intereses y los valores de quienes se encuentran en el lado desfavorecido de la exclusión digital quedan excluidos en la era de la IA, y la nueva IA está involuntariamente sesgada contra ellos.

La exclusión digital se agrava aún más por la creciente concentración de poder y rentabilidad en un pequeño número de superpotencias tecnológicas internacionales, en unos pocos países. Sin una intervención política eficaz, es probable que el despliegue de la IA en la educación refleje este proceso inexorable, magnificando inevitablemente las desigualdades de aprendizaje existentes en lugar de mejorarlas.

Oportunidades para que la IA promueva la inclusión y la equidad en la educación

Además de centrarnos en el acceso equitativo a las tecnologías de IA para todos, también debemos considerar el potencial de la IA para ayudar a alcanzar el ODS 4, con el fin de *"garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos"*. Para lograr la enseñanza primaria y secundaria universales en 2030, es necesario contratar a 68,8 millones de docentes más en todo el mundo (UNESCO, 2016). En este difícil contexto, muchas tecnologías de IA podrían utilizarse o desarrollarse más, con el fin de ayudar a mejorar la educación, especialmente para las personas mayores, los refugiados, las comunidades marginadas o aisladas y las personas con necesidades educativas especiales.[68] Sin embargo, debemos ser conscientes de que el aumento del acceso a la educación sigue siendo predominantemente una cuestión política y social. Las tecnologías de IA podrían ayudar, pero es poco probable que ofrezcan una solución. Por ejemplo, centrarse en las tecnologías de IA que sustituyen las funciones de los docentes, en lugar de las que aumentan sus capacidades, podría contribuir a una solución a corto plazo para los contextos en los que los docentes son escasos, pero podría agravar involuntariamente, en lugar de solucionar, los desafíos a largo plazo para alcanzar el ODS 4.

En consecuencia, corresponde a las personas a cargo de formular políticas asegurarse de que el potencial actualmente sobredimensionado de la IA para mejorar la educación y el aprendizaje se considere de forma crítica. Para empezar, el marco DAAM de la UNESCO (Derechos, Apertura, Accesibilidad y la participación de Múltiples actores) debe aplicarse, para garantizar que la aplicación de la IA en la educación aborde los derechos humanos más amplios y las cuestiones éticas emergentes de manera holística (UNESCO, 2019b). Por ejemplo, y en particular, la IA en la educación debe hacerse accesible a todas las personas (independientemente de género, discapacidad, condición social o económica, origen étnico o cultural, o ubicación geográfica), especialmente para los grupos vulnerables (como los refugiados o los estudiantes con dificultades de aprendizaje), sin exacerbar las desigualdades existentes.

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

22. Reafirmar que garantizar la inclusión y la equidad en la educación y mediante ella, y ofrecer oportunidades de aprendizaje permanente para todos, son las piedras angulares para el logro del ODS 4 - Educación 2030. Reafirmar que los avances tecnológicos en el campo de la inteligencia artificial en la educación son una oportunidad para mejorar el acceso a la educación de los grupos más vulnerables.
23. Velar por que la inteligencia artificial promueva oportunidades de educación y aprendizaje de alta calidad para todos, sin distinción por razón de género, discapacidad, condición social o económica, origen étnico o cultural o ubicación geográfica. El desarrollo y el uso de la inteligencia artificial en la educación no deben agravar la brecha digital ni mostrar sesgos contra ningún grupo minoritario o vulnerable.
24. Velar por que las herramientas de inteligencia artificial para la docencia y el aprendizaje permitan la inclusión efectiva de los estudiantes con discapacidades o dificultades de aprendizaje y de quienes estudian en un idioma distinto de su lengua materna.
33. Supervisar y evaluar el impacto de la brecha y las disparidades entre los países en cuanto al desarrollo de la inteligencia artificial, sobre la base de los datos presentados voluntariamente por los países, y tener en cuenta los riesgos de polarización entre los que tienen acceso a la inteligencia artificial y los que no. Reiterar la importancia de abordar estas preocupaciones, dando especial prioridad a África, los países menos adelantados (PMA), los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) y los países afectados por conflictos y desastres.
34. Coordinar medidas colectivas para promover el uso equitativo de la inteligencia artificial en la educación en el contexto de la arquitectura mundial y regional de Educación 2030, en particular mediante el intercambio de tecnología, programas y recursos en materia de inteligencia artificial para el desarrollo de capacidades, con el debido respeto a los derechos humanos y la igualdad de género.
35. Apoyar la realización de exámenes prospectivos sobre cuestiones de vanguardia relacionadas con las consecuencias del desarrollo futuro de la inteligencia artificial y facilitar la exploración de estrategias y prácticas eficaces sobre el uso de la inteligencia artificial para innovar en la educación, con el objetivo de crear una comunidad internacional con puntos de vista comunes sobre la inteligencia artificial y la educación.
36. Adecuar la cooperación internacional a las necesidades nacionales para el desarrollo y el uso de la inteligencia artificial en la educación y para la cooperación intersectorial, con el fin de mejorar la apropiación del desarrollo de la tecnología de la inteligencia artificial entre los profesionales de la inteligencia artificial. Reforzar el intercambio de información y de prácticas prometedoras, así como la coordinación y las medidas complementarias entre los países.

(UNESCO, 2019a, pp. 34, 35, 37, 38)

Hay varios ejemplos de utilización de la IA para promover la inclusión y la equidad en la educación:

- La Biblioteca Digital Global,[69] que utiliza el Asistente de Voz de Google para que las personas con dificultades de alfabetización puedan buscar libros utilizando solamente comandos de voz y, a continuación, se les lean los libros en voz alta, dándoles acceso al conocimiento;
- Dytective, una herramienta de selección impulsada por la IA que utiliza el aprendizaje automático para la detección temprana de la dislexia. Desarrollada por la empresa española Change Dyslexia, también ofrece un entorno de aprendizaje basado en juegos para practicar 24 competencias básicas de alfabetización; [70];
- Voces artificiales potenciadas por la IA para personas que no pueden hablar o que tienen dificultades en el habla,[71] a veces diseñadas para que coincidan con la voz original de la persona;
- Reconocimiento y transcripción automáticos del habla con IA para convertir el lenguaje oral en texto fluido y puntuado, y hacer más accesibles las conferencias en directo para estudiantes sordos o con problemas de audición;[72]
- Aplicaciones de IA y realidad aumentada para ayudar a niños sordos a leer mediante la traducción de textos a lenguaje de signos, como StorySign,[73] una aplicación móvil desarrollada por Huawei;
- Robots 'inteligentes' dotados de IA, como los robots con capacidad de habla para estudiantes en el espectro autista,[74] que proporcionan interacciones mecánicas predecibles para ayudarles a desarrollar sus habilidades comunicativas y sociales;

- Robots de telepresencia para estudiantes que no pueden asistir a la escuela (Heikkila, 2018); y
- Sistemas de tutoría inteligente (STI) impulsados por la IA, las herramientas de IA más comunes en la educación, algunas de las cuales se utilizan para diagnosticar dificultades de aprendizaje específicas y personalizar los planes de aprendizaje (los STI se analizan en la sección 3.1 en la página 20).

La complejidad de garantizar el uso inclusivo y equitativo de la IA en la educación se ha reflejado en el Consenso de Beijing. Se recomiendan principios rectores y estrategias para dirigir la IA hacia la inclusión y la equidad.

3.4 ¿Cómo puede la educación preparar a los seres humanos para vivir y trabajar con la IA?

Tal como indicado previamente, las computadoras son mejores en las tareas que dependen de los datos, el descubrimiento de patrones y el razonamiento estadístico, mientras que los humanos siguen siendo más hábiles en las tareas que requieren empatía, autodirección, sentido común y juicios de valor. En otras palabras, ayudar a los estudiantes a aprender a vivir eficazmente en un mundo cada vez más afectado por la IA requiere una pedagogía que, en lugar de centrarse en lo que hacen bien las computadoras (por ejemplo, la memorización y el cálculo), haga más hincapié en las habilidades humanas (por ejemplo, el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración y la creatividad), así como en la capacidad de colaborar con las herramientas omnipresentes de la IA en la vida, el aprendizaje y el trabajo.

Como se ha señalado anteriormente, la Cuarta Revolución Industrial está influyendo en muchos aspectos de la vida moderna, especialmente en el mercado laboral. En muchos países, la IA ya está asumiendo el trabajo estandarizado y repetitivo, revolucionando la eficiencia, pero desplazando muchos puestos de trabajo. Sin embargo, según algunas de las principales consultoras del mundo,[75] es probable que la IA también cree muchas nuevas oportunidades de empleo y tenga un beneficio económico general positivo, aunque dichas consultoras no se ponen de acuerdo sobre cuántos puestos de trabajo serán suplantados y creados.

Sean cuales sean los resultados a largo plazo, es probable que la propia naturaleza del empleo cambie ("la vida laboral es temporal e impredecible", Barrett, 2017), y que millones de trabajadores se vean afectados de forma significativa y a menudo negativa. Muchos tendrán que reinventarse; tener carreras diversas a lo largo de la vida se está convirtiendo rápidamente en la nueva normalidad. [76] Al mismo tiempo, la brecha de competencias[77] entre quienes pueden y no pueden trabajar con las nuevas tecnologías seguirá creciendo, de manera que un número cada vez mayor de trabajadores quedará excluido del mercado laboral, y se producirá un 'vaciamiento' de las clases medias (Smith y Anderson, 2014). La combinación de oportunidades y riesgos también requiere un trabajo colectivo para determinar cómo la evolución puede beneficiar a todos. El reciente informe de la OIT, 'Trabajar para un futuro más prometedor: Comisión mundial sobre el futuro del trabajo' (OIT, 2019) afirma:

> **Nos esperan innumerables oportunidades para mejorar la calidad de vida de los trabajadores, ampliar las opciones disponibles, cerrar la brecha de género, revertir los estragos causados por las desigualdades a nivel mundial y mucho más. Sin embargo, nada de ello ocurrirá por sí mismo. Sin esas medidas enérgicas, nos dirigiremos a un mundo en el que se ahondarán las desigualdades e incertidumbres existentes. (p. 10)**

De hecho, si el mundo quiere garantizar que la IA no exacerbe las desigualdades existentes, será cada vez más importante que todas las personas tengan la oportunidad de desarrollar una sólida comprensión de qué es la IA, cómo funciona y cómo podría afectar sus vidas. Esto se denomina a veces 'alfabetización en IA'. Para ello, los docentes desempeñarán un papel fundamental y la oferta educativa tendrá que orientarse hacia el apoyo al aprendizaje a lo largo de la vida, de modo que las personas puedan desarrollar su capacidad de acción, su empleabilidad y su capacidad de contribuir a la sociedad. En otras palabras, los enfoques de la educación y la formación en todo el mundo tendrán que responder a nivel de todo el sistema para ayudar a preparar a todas las personas para vivir y trabajar armoniosamente en la era de la IA.

La integración de las habilidades y los valores humanos necesarios requerirá un marco que abarque todo el sistema, incluso a toda la sociedad, involucrando varias dimensiones complementarias:

(i) facilitar el aprendizaje a lo largo de la vida, de modo que todos (especialmente las personas mayores) adquieran una sólida comprensión de la IA[78] (en particular, cómo se seleccionan los datos, cómo los manipulan los algoritmos de IA y cómo se interpretan, y cómo esto puede estar sesgado) y sus implicancias para los individuos y la sociedad en general;

(ii) integrar el aprendizaje fundamental de la IA en los planes de estudio de las escuelas desde el nivel preescolar hasta el de la enseñanza secundaria[79] (incluyendo el pensamiento computacional, la alfabetización en datos y algoritmos, la codificación y la estadística, para permitir a los jóvenes generar sus propias herramientas de IA), lo que veremos con más detalle más adelante;

(iii) entrenar a la próxima generación de profesionales de la IA para hacer frente a la creciente brecha de competencias y cubrir los puestos de trabajo vinculados a la IA que se están creando en todo el mundo;

(iv) fomentar la enseñanza superior y las instituciones de investigación para desarrollar una IA equitativa e innovadora;

(v) garantizar que la creciente fuerza laboral de la IA sea diversa e inclusiva (con la participación de las mujeres y otros grupos que suelen estar excluidos); y

(vi) anticiparse a las necesidades emergentes de trabajadores y empleadores a fin de ofrecerles oportunidades de mejora o recualificación en el puesto de trabajo (a medida que la IA automatice las funciones de baja y media cualificación).

Hay varios ejemplos prometedores de programas que preparan a los seres humanos para vivir y trabajar con la IA, que incluyen la ayuda a estudiantes muy jóvenes para que adquieran competencias en dicha materia. Mientras tanto, también se están produciendo varias plataformas y herramientas de IA para apoyar el desarrollo de estas habilidades:

- En China, los 'algoritmos y el pensamiento computacional' se han incluido en los 'Estándares curriculares de las TIC para la escuela secundaria superior' del Ministerio de Educación (Ministerio de Educación, República Popular de China, 2017), mientras que el 'Plan de acción innovador para la inteligencia artificial en las instituciones de educación superior' (Ministerio de Educación, República Popular de China, 2018) tiene como objetivo mejorar la capacidad de IA de las universidades de ese país. Además, el Ministerio ha lanzado el programa piloto 'La IA potencia el desarrollo en equipo de los docentes', que tiene como objetivo mejorar la innovación en la formación de los docentes.
- En los Estados Unidos de América, el Distrito Escolar de Montour, en Pensilvania, enseña codificación de IA a los niños y las niñas, lo que les proporciona la oportunidad de experimentar el diseño de la IA para aumentar el bien público.[80]
- En Singapur, los robots humanoides (como Nao[57] y Pepper[58]) se están utilizando en las clases de preescolar para introducir a los niños y las niñas en la programación y otras materias CTIM (Graham, 2018).
- En el Reino Unido y Kenia, la iniciativa 'Adolescentes en la IA[81] tiene como objetivo inspirar a la próxima generación de investigadores, al empresariado y líderes de la IA. Ofrece a los jóvenes una exposición al desarrollo de la IA con conciencia social, a través de una combinación de hackatones, aceleradores, campos de entrenamiento y tutoría.
- En Singapur, la iniciativa SkillsFuture[82] se centra en la mejora y el perfeccionamiento digital. En particular, proporciona conjuntos de habilidades para científicos y profesionales de ingeniería de la IA y una comprensión básica de ésta, incluyendo cómo vivir bien en un mundo de IA.

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

6. Reconocemos también las características distintivas de la inteligencia humana. Recordando los principios enunciados en la Declaración Universal de Derechos Humanos, reafirmamos el enfoque humanista de la UNESCO respecto de la utilización de la inteligencia artificial con miras a proteger los derechos humanos y a proporcionar a todas las personas los valores y las competencias necesarios para una colaboración eficaz entre el ser humano y la máquina en la vida, el aprendizaje y el trabajo, y para el desarrollo sostenible.
17. Tener presente la transformación sistémica y a largo plazo del mercado laboral, incluida su dinámica de género, debido a la adopción de la inteligencia artificial. Actualizar y elaborar mecanismos y herramientas para prever y determinar las competencias necesarias actualmente y en el futuro en relación con el desarrollo de la inteligencia artificial, a fin de velar por la pertinencia de los planes de estudios respecto a los cambios que afectan a las economías, los mercados laborales y las sociedades. Integrar las competencias relacionadas con la inteligencia artificial en los planes de estudios de las escuelas y en las cualificaciones de la enseñanza y formación técnica y profesional (EFTP) y de la educación superior, teniendo en consideración los aspectos éticos y las disciplinas humanísticas interrelacionadas.
18. Tener en cuenta la aparición de un conjunto de competencias básicas sobre inteligencia artificial necesarias para una colaboración eficaz entre el ser humano y la máquina, sin perder de vista la necesidad de competencias fundamentales como la alfabetización y la aritmética. Adoptar medidas institucionales para mejorar la adquisición de competencias básicas sobre inteligencia artificial en todos los estratos de la sociedad.
19. Establecer planes a medio o largo plazo y adoptar medidas urgentes para apoyar a las instituciones de educación superior y de investigación en la elaboración o la mejora de cursos y programas de investigación para desarrollar el talento local en materia de inteligencia artificial, a fin de contar con un gran número de profesionales locales de la inteligencia artificial que tengan la pericia necesaria para diseñar, programar y elaborar sistemas de inteligencia artificial.

(UNESCO, 2019a, pp. 30, 33, 34)

- En Finlandia se ha desarrollado una aplicación de IA llamada Headai, en asociación con la Universidad Metropolitana de Ciencias Aplicadas de Helsinki. Esta aplicación supervisa y analiza los anuncios de empleo y los planes de estudio de la universidad para crear mapas de competencias[83] que comparan la demanda y la oferta de habilidades de IA, lo que a su vez permite a la universidad reorientar rápidamente sus cursos para satisfacer las necesidades del mercado

- La iniciativa estadounidense AI4K12[84], patrocinada conjuntamente por la Asociación para el Avance de la Inteligencia Artificial (AAAI, por sus siglas en inglés) y la Asociación de Docentes de Ciencias Informáticas (CSTA, por sus siglas en inglés), ofrece un conjunto de recursos diseñados para ayudar a los docentes a introducir a sus estudiantes en la IA.

- El portal de la UNESCO 'Teaching AI for K12' [85] reúne recursos de enseñanza de la IA de todo el mundo para que cualquier docente, o educador en casa, pueda utilizarlos para ayudar a sus estudiantes a aprender sobre la IA.

- Se han diseñado cursos gratuitos en línea para familiarizar a las personas con el funcionamiento de la IA. Entre ellos se encuentran:

  - *Elementos de IA:* [86] una serie de cursos gratuitos en línea creados por Reaktor y la Universidad de Helsinki. Los cursos están disponibles en varios idiomas y tienen como objetivo animar a las personas a aprender qué es la IA, qué puede y qué no puede hacer, y cómo empezar a crear métodos de IA.

  - OKAI: [87] es una serie de cursos en línea disponibles en inglés y chino. El proyecto se propone desmitificar la IA y presentar sus conceptos a un público con escasa o nula formación en informática. Utiliza gráficos y animaciones interactivos basados en la web para ilustrar los principios de funcionamiento de la IA.

  - *AI-4-All:* [88] es un programa sin fines de lucro con sede en EE. UU. dedicado a aumentar la diversidad y la inclusión en la educación, la investigación, el desarrollo y las políticas de la IA, con el objetivo de crear un mayor acceso para las personas poco representadas en el campo de la IA.

4. Los desafíos de aprovechar la IA para alcanzar el ODS 4

A pesar del potencial de la IA para la educación, existen muchos desafíos específicos de su aprovechamiento para alcanzar el ODS 4. También hay obstáculos más amplios que la sociedad debe superar si quiere liberar el potencial de la IA y mitigar sus aspectos negativos, así como construir sistemas educativos preparados para el futuro. En primer lugar, el impacto de la IA en los estudiantes, los docentes y la sociedad en general aún está por determinarse. Esto incluye cuestiones sobre la eficacia de las intervenciones de IA, la elección de las pedagogías utilizadas en las herramientas de IA, la privacidad de los estudiantes, los puestos de trabajo de los docentes y lo que deberíamos enseñar en las escuelas y universidades. En este capítulo, exploramos brevemente algunas de las cuestiones clave que aún deben abordarse.

4.1 Ética de los datos y sesgos algorítmicos

Como se ha discutido, los datos están en el centro de los enfoques contemporáneos de la IA, lo que plantea numerosas cuestiones desafiantes centradas en su protección, privacidad, propiedad y análisis. Estas cuestiones éticas han recibido una gran atención (resumida por Jobin et al., 2019). De forma similar, la ética de los datos educativos también ha sido objeto de varias investigaciones (por ejemplo, Ferguson et al., 2016), y plantea otras cuestiones centradas en el consentimiento informado, la gestión de los datos y las perspectivas (por ejemplo, institucional frente a individual) sobre los datos. Cualquier aplicación de IA en contextos educativos debe abordar adecuadamente estas numerosas cuestiones relativas a los datos, junto con aquellas específicas de la educación, como la elección de la pedagogía.

Además, hace mucho tiempo que se reconoce que, por su diseño, la IA amplifica las características ocultas de sus datos iniciales y refuerza de forma efectiva sus suposiciones subyacentes.

En particular, si los algoritmos

> **se entrenan con datos que contienen sesgos humanos, por supuesto que los algoritmos los aprenderán, pero además los amplificarán. Esto es un gran problema, especialmente si las personas asumen que los algoritmos son imparciales (Douglas, 2017, traducción libre).**

En resumen, la IA no está sesgada en sí. En lugar de ello, si sus datos están sesgados o se analizan con algoritmos inadecuados, los sesgos originales y quizás no identificados pueden hacerse más notorios y tener un mayor impacto. Hacer que los sesgos sean perceptibles es probablemente útil, porque puede conducir a correcciones; sin embargo, permitir que los sesgos tengan un mayor impacto puede conducir a resultados perjudiciales que, por lo tanto, deben ser cuidadosamente mitigados.

4.2 IA con equidad de género e IA para la igualdad de género

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

25. Subrayar que la brecha de género en cuanto a las competencias digitales es una de las causas de la baja proporción de mujeres entre los profesionales de la inteligencia artificial y exacerba las desigualdades de género existentes.
26. Afirmar nuestro compromiso de elaborar aplicaciones de la inteligencia artificial en la educación que estén libres de sesgos de género y de velar por que los datos utilizados para el desarrollo de la inteligencia artificial tengan en cuenta las cuestiones de género. Las aplicaciones de la inteligencia artificial deben impulsar la promoción de la igualdad de género.
27. Promover la igualdad de género en la elaboración de herramientas de inteligencia artificial y dotar a las niñas y mujeres de competencias de inteligencia artificial para promover la igualdad de género en la fuerza laboral y en los empleadores del ámbito de la inteligencia artificial.

(UNESCO, 2019a, p. 35)

Si se quiere que la IA realmente beneficie a la sociedad, hay que hacer todo lo posible para que la equidad y la igualdad de género estén entre sus principios fundamentales. Sin embargo, se ha demostrado que varios usos de la IA tienen un sesgo de género. Por ejemplo, en 2018 el gigante tecnológico Amazon abandonó el uso del aprendizaje automático como parte de su proceso de selección porque discriminaba sistemáticamente a las candidatas. La causa fundamental era el hecho de que, sin saberlo, los datos originales, basados en los registros históricos de contratación de la empresa, siempre habían tenido un sesgo desconocido en contra de las mujeres. La IA, al automatizar la selección, inevitablemente amplificó e hizo evidentes esos prejuicios originales. Hay quienes han sugerido que Amazon no debería haber abandonado el uso de la IA en la selección de personal, sino que debería haber trabajado para solucionar los sesgos. Otro ejemplo gira en torno al desarrollo de asistentes personales de IA, como Siri de Apple, Siri d'Apple,[20] Alexa Amazon,[21] y DuerOS de Baidu.[22]

Muchas de estas herramientas reciben nombres y voces de mujeres, lo que conlleva sutiles pero graves implicancias:

> **Con sus nombres y voces de mujeres, y su coquetería programada, el diseño de los asistentes personales virtuales reproduce los estereotipos discriminatorios de la mujer secretaria que, según el estereotipo de género, suele ser más que una simple secretaria para su jefe masculino. También refuerza el papel de las mujeres como secundarias y sumisas a los hombres. Estos asistentes de IA funcionan a las órdenes de su usuario. No tienen derecho a rechazar esas órdenes y solo están programados para obedecer. Podría decirse que también aumentan las expectativas sobre cómo deben comportarse las mujeres reales (Adams, 2019, traducción libre).**

El impacto que podría tener el uso de estas tecnologías con estereotipos de género en las aulas es una cuestión abierta.

Abordar estas cuestiones de equidad de género es un objetivo crítico que solo puede alcanzarse si las mujeres están adecuadamente representadas en la fuerza de trabajo de la IA, lo cual es en sí objeto de gran inquietud. Un reciente análisis de LinkedIn reveló que solo el 22% de los profesionales de la IA a nivel mundial son mujeres (Foro Económico Mundial, 2018). Avanzar en la representación de las mujeres en la IA es esencial para los derechos humanos fundamentales y para ayudar a prevenir la proliferación y amplificación de los sesgos impulsados por la IA.

4.3 Seguimiento, evaluación e investigación del uso de la IA en la educación

Aunque la aplicación de la IA en la educación viene investigándose desde hace más de 50 años, es notable que siga siendo relativamente poco frecuente en las escuelas y universidades, incluso en países desarrollados. De hecho, ni siquiera está claro todavía si las tecnologías que se están importando a la educación están realmente capacitadas para la tarea.

> **Gran parte de lo que existe ahora como 'basado en evidencias' se relaciona principalmente con la forma en que la IA puede actuar en la educación en una capacidad técnica, y no se detiene a interrogarse, y responder de forma exhaustiva, si la IA es siquiera necesaria en la educación (Nemorin, 2021, traducción libre).**

Hay pocos ejemplos de investigación acumulativa o replicable sobre la aplicación de la IA en la educación, así como pocas pruebas robustas disponibles de su eficacia a escala, aunque algunos STI han demostrado ser ampliamente eficaces en comparación con la enseñanza tradicional en el aula (du Boulay, 2016). De hecho, la supuesta eficacia de muchas herramientas de IA puede deberse más a su novedad que a su contenido. Simplemente, no tenemos evidencia suficiente (Holmes et al., 2018a).

Si bien parece haber pocas dudas de que la IA tendrá un gran impacto en la oferta y gestión de oportunidades, contenidos y resultados educativos, todavía no estamos seguros de cómo las soluciones de IA pueden mejorar esos resultados, y si pueden ayudar a la comunidad científica a comprender mejor cómo ocurre el aprendizaje.

En particular, muchos han sugerido que la IA tiene un papel importante que desempeñar en la resolución de los problemas educativos causados por el cierre de escuelas durante la COVID-19, tales como el aumento de las desigualdades. En los primeros meses de la pandemia, muchas empresas comerciales de IA en educación informaron un gran aumento de usuarios registrados. Sin embargo, sigue habiendo pocas pruebas de que estos sistemas se utilizaran para algo más que para cuidar a los niños y las niñas de forma virtual, o de que los jóvenes obtuvieran grandes beneficios de su utilización. En consecuencia, antes de que las personas a cargo de formular políticas asuman que la IA puede resolver los problemas educativos causados por la pandemia, es necesario realizar muchas más investigaciones y evaluaciones para distinguir la realidad de la exageración. En definitiva, es probable que la IA pueda desempeñar un papel útil, pero en la actualidad simplemente no tenemos suficiente información para saber hasta qué punto lo será.

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

15. Apoyar experimentaciones en toda la escuela sobre el uso de la inteligencia artificial para facilitar la innovación en la docencia y el aprendizaje, extrayendo conclusiones de los casos exitosos y ampliando las practicas basadas en datos empíricos.

31. Tener presente la falta de estudios sistemáticos sobre los impactos de las aplicaciones de la inteligencia artificial en la educación. Apoyar la investigación, la innovación y el análisis de los efectos de la inteligencia artificial en las prácticas y los resultados del aprendizaje, así como en la aparición y validación de nuevas formas de aprendizaje. Adoptar un enfoque interdisciplinario para la investigación sobre la aplicación de la inteligencia artificial en la educación. Fomentar la investigación comparativa y la colaboración entre países.

32. Considerar la posibilidad de elaborar mecanismos de seguimiento y evaluación para medir el impacto de la inteligencia artificial en la educación, la docencia y el aprendizaje, a fin de proporcionar una base válida y sólida basada en datos empíricos para la formulación de políticas.

(UNESCO, 2019a, pp. 33, 36-37)

4.4 ¿Qué impacto tendrá la IA en las funciones de los docentes?

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

12. Tener en cuenta que, si bien la inteligencia artificial ofrece oportunidades para apoyar a los docentes en sus responsabilidades educativas y pedagógicas, la interacción humana y la colaboración entre los docentes y los educandos deben seguir ocupando un lugar esencial en la educación. Tener presente que los docentes no pueden ser desplazados por las máquinas, y velar por que sus derechos y condiciones de trabajo estén protegidos.

13. Revisar y definir dinámicamente las funciones de los docentes y las competencias que necesitan en el contexto de las políticas relativas a los docentes, fortalecer las instituciones de formación de docentes y elaborar programas adecuados de desarrollo de capacidades para preparar a los docentes para trabajar eficazmente en entornos educativos con fuerte presencia de la inteligencia artificial.

(UNESCO, 2019a, p. 32)

A pesar de los objetivos comerciales de utilizar sistemas tutoriales inteligentes para realizar las tareas de los docentes, sigue siendo poco probable, a corto plazo, que estos sean sustituidos por máquinas. No obstante, la ambición de muchos desarrolladores de IA es aliviar a los docentes de varias cargas (como el seguimiento del progreso de los estudiantes y la calificación de sus tareas), para que puedan centrarse en los aspectos humanos de la enseñanza (como la participación social, la interacción con empatía y la oferta de orientación personal). Sin embargo, a medida que las funcionalidades de la IA mejoren, aliviarán inevitablemente a los docentes de un número cada vez mayor de cargas. En consecuencia, a medida que las herramientas de IA se hagan cargo de las tareas de transmisión de conocimientos, facilitando el pensamiento de orden inferior de los estudiantes, los docentes desempeñarán un papel más reducido. En teoría, esto permitirá a los docentes centrarse más en el diseño y la facilitación de las actividades de aprendizaje que requieren un pensamiento de orden superior, creatividad, colaboración interpersonal y valores sociales, aunque, sin duda, los desarrolladores de IA ya están trabajando para automatizar también estas tareas. En consecuencia, para garantizar que los docentes sigan desempeñando su papel fundamental en la educación de los jóvenes, las personas a cargo de formular políticas deben revisar estratégicamente cómo la IA podría transformar las funciones de los docentes y cómo estos podrían prepararse para trabajar en entornos educativos con fuerte presencia de IA.

4.5 ¿Qué impacto tendrá la IA en la autonomía del estudiante?

Aunque se evite el escenario distópico de sustituir a los docentes por la IA, la capacidad de acción de los estudiantes podría verse socavada por un mayor uso de la IA adaptativa en la educación. Esto significa menos tiempo para que los estudiantes interactúen entre sí, más decisiones tomadas por las máquinas y más atención al tipo de conocimiento que es más fácil de automatizar. Esto podría privar a los estudiantes de oportunidades para cultivar su ingenio, autoeficacia, autorregulación, metacognición, pensamiento crítico, pensamiento independiente y otras habilidades del siglo XXI que son clave para el desarrollo de la persona en su totalidad (Foro Económico Mundial y Boston Consulting Group, 2016). Actualmente se desconocen los efectos que esto tendrá en las formulaciones estudiantiles, cívicas y educativas a largo plazo.

Un STI, Summit Learning, desarrollado por ingenieros de Facebook y que se utiliza en unas 400 escuelas, ha sido el centro de las protestas y boicots de los estudiantes. En más de una escuela, los estudiantes abandonaron la escuela en señal de protesta diciendo que no habían tenido una buena experiencia con el programa, que requería horas de clase sentados frente a las computadoras. Les preocupaba especialmente que el programa eliminara gran parte de la interacción humana y el apoyo docente necesarios para desarrollar el pensamiento crítico (Robinson y Hernández, 2018). La Iniciativa Chan Zuckerberg, que financió el proyecto Summit Learning, rebate estas afirmaciones.

Además, como ya se ha señalado, la IA amplifica las características ocultas de sus datos iniciales y refuerza eficazmente sus supuestos subyacentes. En este sentido, las tecnologías de IA basadas en reglas y en el aprendizaje automático son similares (Holmes et al., 2019). Su propio diseño, su implementación de métodos centrados principalmente en instrucciones que enfocan la transferencia de conocimientos y la entrega de contenidos, mientras que ignoran los factores contextuales y sociales, amplifican los supuestos existentes, aunque cuestionables, sobre los enfoques de la enseñanza y el aprendizaje. Se trata de un conjunto de cuestiones críticas con las que la comunidad de IA en la educación debe involucrarse plenamente. Todas las aplicaciones de la IA en la educación deben mejorar, no amenazar, lo que significa ser plenamente humano.

5. Una revisión de las respuestas de políticas

Como señala la OCDE,[89] existen más de 300 iniciativas de política de IA en 60 países de la UE y del todo el mundo. La mayoría hacen alguna referencia a educación.

Por ejemplo, muchas se refieren a la necesidad de desarrollar capacidades para la IA (es decir, 'aprender sobre la IA'), aunque mayoritariamente en la enseñanza superior. Algunas también mencionan la recalificación profesional, cada vez más necesaria para mitigar el impacto de la IA en los trabajadores.

Sin embargo, a pesar del ODS 4, son pocas las iniciativas enfocadas en el aprendizaje de la IA en contextos desde el nivel preescolar hasta el de la enseñanza secundaria, en cómo se está aplicando la IA en la educación (es decir, el 'aprendizaje con IA'), o la preparación de las personas para vivir en un mundo cada vez más impactado por la IA (es decir, el 'aprendizaje para la colaboración entre humanos e IA').

En este capítulo, revisaremos algunas políticas nacionales y regionales que abordan específicamente la IA y la educación, con el fin de orientar el trabajo de las personas a cargo de la toma de decisiones en otros países a la hora de desarrollar estrategias basadas en las iniciativas genéricas de IA existentes.

5.1 Enfoques de las respuestas de política

Las políticas transnacionales y regionales que abordan el progreso de la IA y la educación son diversas, pero pueden clasificarse en términos generales en uno de los tres enfoques siguientes: independiente, integrado o temático (ver Cuadro 3).

- **Enfoque independiente**

Cuenta con políticas y estrategias de IA independientes, como 'El Impacto de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje, la Enseñanza y la Educación' de la UE (Tuomi, 2018), y el 'Plan de Desarrollo de la Inteligencia Artificial de Nueva Generación' de China (2017).

- **Enfoque integrado**

Integra los elementos de la IA en las políticas y estrategias de educación o TIC existentes, como 'Aprender Conectados' de Argentina (Ministerio de Educación, Argentina, 2017).

- **Enfoque temático**

Se enfoca en un tema específico relacionado con la IA y la educación, como el 'Reglamento General de Protección de Datos' (RGPD) de la UE.

A continuación, se analizará con más detalle cada uno de estos tres enfoques.

Enfoque independiente

- En 2016, Estados Unidos puso en marcha el 'Plan Estratégico Nacional de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial'. En lo relativo a la IA en la educación, el plan hace hincapié en la mejora de las oportunidades educativas y la calidad de vida. Más concretamente, sostiene que (i) la tutoría automatizada adaptativa puede llegar a estar disponible de forma universal, mediante tecnologías de aprendizaje mejoradas por la IA; (ii) los tutores de IA pueden complementar a los docentes humanos, ayudando a ofrecer un aprendizaje avanzado y de adecuada recuperación individual; y (iii) las herramientas de IA pueden promover el aprendizaje a lo largo de la vida y la adquisición de nuevas habilidades para todos los miembros de la sociedad.

- En 2016, la República de Corea puso en marcha el 'Plan a Medio y Largo Plazo de Preparación para la Sociedad de la Información Inteligente.' Este plan incluye la formación de 5.000 nuevos graduados en IA cada año, a partir de 2020, para añadir 50.000 nuevos especialistas en IA a su reserva de talentos hacia 2030.

- En 2017, China lanzó el 'Plan de Desarrollo de la Inteligencia Artificial de Nueva Generación', que aboga por lo que se denomina 'educación inteligente'. En concreto, el plan implica usar la IA para (i) desarrollar un nuevo sistema educativo que involucre la reforma de las prácticas educativas y ofrezca un aprendizaje inteligente e interactivo; (ii) llevar a cabo la construcción de campus inteligentes y promover la IA en la enseñanza, la gestión y el desarrollo de recursos; (iii) desarrollar una metodología de enseñanza integral tridimensional y una plataforma de aprendizaje inteligente en línea basadas en macrodatos; (iv) desarrollar asistentes de IA e implementar un sistema de análisis educativo integral; y (v) establecer un entorno educativo centrado en el estudiante, que permita lograr una educación personalizada para cada individuo.

- En 2017, los Emiratos Árabes Unidos (EAU) lanzaron la 'Estrategia de Inteligencia Artificial de los EAU'. Este plan abarca el desarrollo y la aplicación de la IA en nueve sectores principales, uno de los cuales es la educación. Hace hincapié en el potencial de la IA para reducir costos y mejorar el aprendizaje.

- En 2018, la UE publicó 'El Impacto de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje, la Enseñanza y la Educación', un documento que aborda, por primera vez, el impacto de la IA en el aprendizaje, especialmente en las capacidades cognitivas humanas de niños, niñas y adultos. Sostiene que la IA puede respaldar las habilidades cognitivas existentes, acelerar el desarrollo cognitivo y crear nuevas capacidades, y que también podría reducir la importancia de algunas capacidades o hacerlas obsoletas. En segundo lugar, aborda la necesidad de una visión orientada al futuro en relación

TABLA 3: VISIÓN GENERAL DE LAS DIRECTRICES DE POLÍTICAS ASOCIADAS A LA IA EN LA EDUCACIÓN

	ENFOQUES		
	Independiente	**Integrado**	**Temático**
Argentina		Aprender Conectados (Ministerio de Educación, Argentina, 2017)	
China	Plan de Desarrollo de la Inteligencia Artificial de Nueva Generación (Gobierno de la República Popular China, 2017).		Nuevos Estándares Curriculares de TIC para la Enseñanza Secundaria Superior (Ministerio de Educación, República Popular China, 2017) Plan de Acción Innovador para la Inteligencia Artificial en Instituciones de Enseñanza Superior (Ministerio de Educación, República Popular China, 2018)
Estonia			Programa ProgeTiger (HITSA, 2017)
Unión Europea	El Impacto de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje, la Enseñanza y la Educación (Tuomi, 2018)		Reglamento General de Protección de Datos - RGPD (Unión Europea, 2016, 2018) Marco Europeo de Competencias Digitales - DigComp (Carretero et al., 2017)
Malasia		#mydigitalmaker (Ministerio de Educación y Corporación de Economía Digital de Malasia, 2017)	
Malta	Hacia una Estrategia de IA. Documento de política de alto nivel para consulta pública (Gobierno de Malta, 2019)		
República de Corea	Plan a Medio y Largo Plazo de Preparación para la Sociedad de la Información Inteligente (Gobierno de la República de Corea, 2016)		
Singapur			Code@SG Movement - Desarrollo del pensamiento computacional como capacidad nacional (Autoridad de Desarrollo de Medios de Información y Comunicación Infocomm, 2017)
Emiratos Árabes Unidos	Estrategia de Inteligencia Artificial de los EAU (Emiratos Árabes Unidos, 2017)		
Estados Unidos de América	Plan Estratégico Nacional de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2016)		

con la IA, así como su impacto en el porvenir del aprendizaje, especialmente en los modelos de estudiantes generados por IA y en las nuevas oportunidades pedagógicas. Además, este documento subraya que es probable que la IA tenga un profundo impacto a nivel sistémico. Reconoce que la IA es solo un aspecto de las transformaciones más amplias que se están produciendo, conocidas como la Cuarta Revolución Industrial. Para hacer frente a este contexto, los autores sostienen que es esencial repensar el papel de la educación en la sociedad, cómo podría organizarse y qué objetivos y necesidades debería abordar.

- En 2019, Malta lanzó 'Hacia una Estrategia de IA', que se basa en tres pilares estratégicos: (i) la inversión, la creación de empresas y la innovación; (ii) su adopción por parte del sector público; y (iii) su adopción por parte del sector privado, con la educación como facilitador clave. Afirma que el sistema educativo del país debe

> **Evolucionar y adaptarse a las exigencias de la Cuarta Revolución Industrial. Un alto porcentaje de niños pequeños aprende hoy a interactuar con dispositivos electrónicos y a navegar en los sistemas operativos móviles, antes de aprender a hablar. Crecen viendo a la tecnología como parte integral de su vida. De hecho, rara vez se sienten atraídos por la idea de 'desconectarse', ya que nunca han conocido un mundo sin contenidos personalizados transmitidos continuamente a través de un dispositivo móvil siempre conectado. Por ello, las herramientas digitales son habituales en la mayoría de las escuelas de Malta, donde los docentes aumentan la experiencia educativa con pizarras interactivas y tabletas. Sin embargo... Malta debe [también] considerar cómo ampliar el propio plan de estudios y preparar mejor a los niños para un futuro lugar de trabajo en el que la toma de decisiones estará asistida, apoyada y mejorada por la aplicación de la IA (Gobierno de Malta, 2019, traducción libre).**

Enfoque integrado

- En 2016, Malasia lanzó el movimiento #mydigitalmaker, que integra el pensamiento computacional en su programa educativo. En él se proponen colaboraciones entre el sector privado, el sector público y el mundo académico para "ayudar a crear y fomentar el desarrollo de planes de estudio de elaboración digital que se ajusten a los objetivos establecidos por el Ministerio de Educación" (Ministerio de Educación y Corporación de Economía Digital de Malasia, 2017) (Pedro et al., 2019).

- En 2017, Argentina lanzó 'Aprender Conectados', cuyo objetivo es integrar el aprendizaje digital en todos los niveles de educación obligatoria. Propuso que todas las escuelas incorporaran la programación y la robótica hacia 2019. El plan de estudios prescribe competencias de aprendizaje específicas y adecuadas a la edad en cada nivel, desde el preescolar hasta la enseñanza secundaria, para llegar a la plena competencia en el uso de métodos y técnicas informáticas, en forma individual y colaborativa, con miras a resolver problemas.

Enfoque temático

- En 2016, el Parlamento de la UE aprobó el 'Reglamento General de Protección de Datos' (RGPD), que entró en vigor en 2018. El RGPD está diseñado para (i) armonizar las leyes de privacidad de datos en toda Europa; (ii) proteger la privacidad de datos de todos los ciudadanos de la UE; y (iii) cambiar la forma en que las organizaciones de toda Europa abordan la privacidad de datos.

- En 2017, la UE puso en marcha el 'Marco Europeo de Competencias Digitales' (DigComp) (Carretero et al., 2017), en el que la competencia digital es entendida como incluyendo (i) la alfabetización en información y datos; (ii) la comunicación y la colaboración; (iii) la creación de contenidos digitales; (iv) la seguridad; y (v) la resolución de problemas.

- En 2017, China lanzó los 'Nuevos Estándares Curriculares de TIC para la Enseñanza Secundaria Superior' (Ministerio de Educación, República Popular China, 2017). Este documento promueve en los estudiantes (i) conciencia sobre la información; (ii) el pensamiento computacional; (iii) el aprendizaje digital y la innovación; y (iv) las responsabilidades en una sociedad de la información.

Según los 'Nuevos Estándares Curriculares de TIC para la Enseñanza Secundaria Superior', el plan de estudios de las TIC incluye el Curso Obligatorio de TIC, el Curso Electivo de TIC I y el Curso Electivo de TIC II. El Curso Obligatorio de TIC incluye dos módulos: (i) Datos y Cálculo, (ii) Sistema de Información y Sociedad. El Curso Electivo de TIC I consiste en un módulo básico y un módulo de aplicación. El módulo básico incluye (i) Datos y estructuras de datos, (ii) Fundamentos de redes, y (iii) Gestión y análisis de datos. El módulo de aplicación incluye (i) Diseño de aplicaciones, (ii) Creatividad y Diseño 3D y (iii) Diseño de proyecto de hardware abierto. El Curso Electivo de TIC II incluye Fundamentos de Algoritmos e Introducción a los Sistemas Inteligentes.

- En 2018, China lanzó el 'Plan de Acción Innovador para la Inteligencia Artificial en Instituciones de Enseñanza Superior' (Ministerio de Educación, República Popular China, 2018), que impulsa el desarrollo de la IA en las universidades. Su objetivo es (i) optimizar el sistema de innovación en el campo de la IA en escuelas profesionales y universidades; (ii) mejorar el sistema de formación de talentos de IA; y (iii) reforzar la aplicación de los logros científicos y tecnológicos de escuelas profesionales y universidades en el ámbito de la IA.

- En 2017, Singapur lanzó el 'Code@SG Movement - Desarrollo del pensamiento computacional como capacidad nacional (Autoridad de Desarrollo de Medios de Información y Comunicación Infocomm, 2017), que destaca la importancia de promover la escritura de código y el pensamiento computacional en los estudiantes desde una edad temprana, dado que esto se convierte en una parte cada vez más esencial en la vida y las carreras de las personas.

- En 2012, Estonia puso en marcha el programa 'ProgeTiger', gestionado por la Fundación de Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Educación (HITSA), y financiado por el Ministerio de Educación e Investigación de Estonia. El programa propone introducir la programación y la robótica en los planes de estudio nacionales de la enseñanza preescolar, primaria y profesional.

5.2 Áreas de interés en común

De las políticas nacionales y regionales descritas anteriormente, surgen cuatro áreas principales de interés:

- la importancia de la gobernanza para los datos y la privacidad (como se aborda, por ejemplo, en el RGPD de la UE);

- la importancia de la apertura como un valor fundamental, tanto en términos de tecnologías de IA como de datos, para garantizar la igualdad de acceso universal y las oportunidades para superar las desigualdades de información y promover la transparencia (UNESCO, 2019b);

- la innovación curricular que puede abordar el potencial y las implicancias de la IA, como la iniciativa de Malta 'Hacia una Estrategia de IA. Documento de política de alto nivel para consulta pública' (Gobierno de Malta, 2018), que afirma que "el sistema educativo de Malta también tendrá que evolucionar y adaptarse a los requisitos de la Cuarta Revolución Industrial"; y

- el apoyo financiero para la implementación efectiva de la IA, como la creación por parte de la República de Corea de 4.500 becas nacionales para estudiantes de IA y su inversión de alrededor de 2.000 millones de dólares para crear seis nuevas instituciones de posgrado en IA y 4 millones de dólares para la investigación en IA.

5.3 Financiación, asociación y cooperación internacional

Para maximizar los beneficios y mitigar los riesgos del crecimiento de la IA en los contextos educativos, es esencial contar con una planificación de todo el sistema, evaluaciones críticas, acciones colectivas, financiación permanente, investigación robusta y específica, así como cooperación internacional. La realidad es que pocos países o partes interesadas están preparados. Pocos se están involucrando realmente con las tecnologías o movilizando recursos para garantizar que la aplicación de la IA esté basada en la investigación académica a gran escala. La mayoría aún no reconoce, y mucho menos explora, el hecho de que la IA podría demandar una reinvención integral del aprendizaje. En lugar de ello, el debate sigue siendo bastante superficial. Por ejemplo, muchos afirman que la 'personalización' del aprendizaje es bienvenida, pero esto no está bien definido; ¿se refieren a planes individuales de aprendizaje de contenidos estandarizados, o a resultados personalizados, autonomía y autorrealización? En resumen, no basta con argumentar que la IA debe utilizarse en contextos educativos. Las partes interesadas deben considerar también cuáles tecnologías de IA deben utilizarse, cómo deben utilizarse y qué pueden lograr realmente.

Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación

37. Proporcionar plataformas adecuadas para el intercambio internacional de información sobre marcos regulatorios, instrumentos y enfoques en relación con la aplicación de la inteligencia artificial en la educación, en particular mediante la Semana del Aprendizaje Móvil de la UNESCO y a través de otros organismos de las Naciones Unidas, y apoyar y aprovechar de este modo la cooperación Sur-Sur y Norte-Sur-Sur sobre el uso de la inteligencia artificial para el logro del ODS 4.

38. Crear alianzas de múltiples interesados y movilizar recursos para reducir la brecha en materia de inteligencia artificial y aumentar la inversión en la aplicación de la inteligencia artificial en la educación.

(UNESCO, 2019a, p. 38)

6. Recomendaciones de políticas

6.1 Visión y prioridades estratégicas integrales del sistema

DEFINIR UNA VISIÓN SISTÉMICA DE LAS POLÍTICAS DE IA Y EDUCACIÓN

El propósito principal de la aplicación de la IA en la educación debería ser mejorar el aprendizaje, permitiendo que cada estudiante desarrolle su potencial individual, algo que las políticas deberían reflejar y apoyar. Sin embargo, para que los países puedan hacer frente a los retos de alcanzar el ODS 4, las políticas precisan ir más allá de la aplicación de la IA en contextos educativos, a efectos de incluir todas las conexiones entre la IA y la educación. En particular, esto implica enseñar cómo funciona la IA y de qué modo se la podría crear, además de sus implicancias más amplias en la sociedad local y global.

Es necesario alcanzar cuatro objetivos estratégicos, interpretados en función del contexto local (es decir, para muchos países de ingresos bajos y medios puede ser necesario centrarse en la identificación y el tratamiento de las lagunas en la preparación para la IA, como aquellas relacionadas con la infraestructura y la financiación):

- Garantizar el uso inclusivo y equitativo de la IA en la educación;
- Hacer uso de la IA para mejorar la educación y el aprendizaje;
- Promover el desarrollo de habilidades para la vida en la era de la IA, incluyendo la enseñanza del funcionamiento de la IA y sus implicancias para la humanidad; y
- Salvaguardar el uso transparente y auditable de los datos educativos.

Sin embargo, la IA no es una solución mágica. Hay mucha sobrevaloración por superar y un gran número de retos que abordar.

El principio general y las recomendaciones de políticas que se exponen a continuación también se basan en el Consenso de Beijing (UNESCO, 2019a), acordado en una conferencia internacional sobre IA y educación tuvo lugar en Beijing (16-18 de mayo de 2019).

En consecuencia, tras exponer el principio general para las políticas de IA y educación, formulamos algunas recomendaciones:

- **Planificación** interdisciplinaria y **gobernanza** intersectorial;
- **políticas** sobre el uso equitativo, inclusivo y ético de la IA;
- desarrollo de un **plan maestro** para el uso de la IA en educación, en la gestión, enseñanza, aprendizaje y evaluación;
- pruebas piloto, **seguimiento y evaluación**, así como la creación de una base de pruebas; y
- promoción de las **innovaciones locales de IA** para la educación.

EVALUAR LA PREPARACIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA Y SELECCIONAR LAS PRIORIDADES ESTRATÉGICAS

- **Considerar la relación costo-beneficio en las prioridades estratégicas para la planificación de políticas educativas, sea entre la aplicación de la IA y otras prioridades, o entre las diferentes áreas de enfoque o bloques de construcción de las políticas:** las consideraciones de costos y beneficios deben basarse en un examen reflexivo del potencial de las tecnologías de IA para apoyar la consecución de los ODS en el contexto local, moderado por los requisitos de inversión para la implementación de políticas y programas centrados en la aplicación de la IA en contextos educativos. A continuación, establecer prioridades estratégicas basadas en analizar si las tecnologías de IA existentes y emergentes son soluciones adecuadas para los retos de la consecución del ODS 4 y sus metas. Considerar otros ODS en función de la urgencia de desarrollar las habilidades y valores de IA necesarios en todos los sectores locales. Aplicar o crear esquemas de evaluación de costo-valor para evaluar si los beneficios educativos de la aplicación de políticas y programas de IA (por ejemplo, una mayor eficacia, eficiencia y accesibilidad) superan a los costos (por ejemplo, la renovación de la infraestructura, la formación, la integración, y los riesgos de una menor confianza y autonomía, un contenido de menor calidad y un mal uso de los datos educativos).

→ EJEMPLOS

The Global IA Strategy Landscape – Explora 50 estrategias nacionales de Inteligencia Artificial que dan forma al futuro de la humanidad: https://www.holoniq.com/notes/the-global-ai-strategy-landscape/;
Deciphering China's AI Dream – El contexto, los componentes, las capacidades y las consecuencias de la estrategia de China para liderar el mundo en IA (Ding, 2018): https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Deciphering_Chinas_AI-Dream.pdf

- **Definir los objetivos estratégicos de la política basados en la preparación integral del sistema y la evaluación del costo-valor:** aplicar o desarrollar herramientas para evaluar la preparación de la IA en todo el sistema, incluyendo la infraestructura; la conectividad a Internet; la disponibilidad de datos, las herramientas de IA y el talento local en materia de IA; las habilidades de las personas clave a cargo de implementar políticas; y la creación de conciencia en las partes interesadas. A la hora de definir los objetivos

temporales, mantener expectativas realistas sobre los beneficios que los sistemas de IA pueden aportar, en el marco de las deficiencias sistémicas locales respecto a niveles de personal, infraestructura y procesos. Considerar las incógnitas conceptuales y las limitaciones de los paradigmas educativos que probablemente repercutan en las capacidades de los sistemas de IA. Mitigar la falta de estudios sistemáticos sobre el impacto de la IA en la educación.

→ EJEMPLO

Global AI Readiness Index: https://bit.ly/2UR2HXp

6.2 Principio general para las políticas de IA y educación

ADOPTAR UN ENFOQUE HUMANISTA COMO PRINCIPIO GENERAL DE LAS POLÍTICAS DE IA Y EDUCACIÓN

■ **Orientar el desarrollo y las prácticas de las políticas de IA y educación hacia la protección de los derechos humanos y capacitar a las personas con los valores y habilidades necesarios para el desarrollo sostenible y la colaboración efectiva entre humanos y máquinas para la vida, el aprendizaje y el trabajo:** garantizar que la IA esté gobernada por los seres humanos y centrada en el servicio a las personas, y que se utilice para mejorar las capacidades de estudiantes y docentes. Diseñar aplicaciones de IA de forma ética, no discriminatoria, equitativa, transparente y auditable; además de supervisar y evaluar el impacto de la IA en las personas y la sociedad a lo largo de las cadenas de valor.

■ **Promover los valores humanos necesarios para desarrollar y aplicar la IA:** analizar la tensión potencial entre las recompensas del mercado y los valores humanos, las habilidades y el bienestar social en el contexto de las tecnologías de IA que aumentan la productividad. Definir valores que prioricen a las personas y al medio ambiente por sobre la eficiencia, y a la interacción humana antes que la interacción humano-máquina. Promover una profunda responsabilidad corporativa y cívica para abordar las cuestiones sociales críticas que plantean las tecnologías de IA (como la ecuanimidad, la transparencia, la responsabilidad, los derechos humanos, los valores democráticos, los sesgos y la privacidad). Garantizar que las personas sigan siendo el centro de la educación como parte implícita del diseño de la tecnología; y proteger contra una automatización de tareas que no identifique y compense el valor de las prácticas actuales.

→ EJEMPLOS

***AI for Humanity* – Estrategia francesa para la inteligencia artificial:** https://www.aiforhumanity.fr/en/

Directrices éticas para una IA fiable, de la UE: https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/d3988569-0434-11ea-8c1f-01aa75ed71a1

Principios de la OCDE sobre la IA: https://www.oecd.org/going-digital/ai/principles

6.3 Planificación interdisciplinaria y gobernanza intersectorial

MOVILIZAR LOS CONOCIMIENTOS INTERDISCIPLINARIOS Y DE LAS MÚLTIPLES PARTES INTERESADAS PARA FUNDAMENTAR LA PLANIFICACIÓN DE POLÍTICAS Y DESARROLLAR LAS CAPACIDADES DE QUIENES FORMULAN POLÍTICAS

■ **Desarrollar el conocimiento y la confianza de las personas a cargo de formular políticas y los gestores educativos para que puedan gobernar y tomar decisiones en un ecosistema educativo cada vez más rico en IA:** ofrecer oportunidades de formación continua a quienes están a cargo de la toma de decisiones, incluidos los planificadores financieros, los diseñadores de políticas y los gestores de su aplicación. Facilitar el intercambio de conocimientos y de mejores prácticas entre las partes interesadas dentro y fuera de los países; y coordinar la comprensión de las partes interesadas acerca de los desafíos educativos a abordarse utilizando tecnologías de IA.

→ EJEMPLO

Curso gratuito de "Elementos de IA": https://www.elementsofai.com

■ **Incorporar conocimientos intersectoriales, interdisciplinarios y de múltiples partes interesadas para fundamentar las decisiones clave en la planificación de políticas:** reunir a las comunidades de expertos, incluidos los educadores, los científicos del aprendizaje y los ingenieros de IA de diferentes áreas de investigación, como neurociencia, ciencia cognitiva, psicología social y humanidades, para diseñar tecnologías de IA centradas en el usuario y basadas en resultados que satisfagan las necesidades reales del aula. Llegar a las organizaciones internacionales para informar y asesorar sobre la formulación de políticas de IA; y considerar el potencial de la IA para combinar y analizar múltiples fuentes de datos a fin de mejorar la eficacia de la toma de decisiones.

→ EJEMPLO

Grupo de expertos de alto nivel sobre inteligencia artificial, Alianza Europea de la IA: https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/high-level-expert-group-artificial-intelligence

ESTABLECER MECANISMOS DE GOBERNANZA Y COORDINACIÓN INTERSECTORIALES

■ **Adoptar un enfoque integral de gobierno y un abordaje sistémico para la planificación y la gobernanza de políticas de**

aplicación de IA en contextos educativos: deben emplearse estrategias coherentes para la integralidad del sistema, así como enfoques inclusivos basados en la evidencia (como los marcos de cocreación y diseño participativo, Pobiner y Murphy, 2018), para garantizar que la IA y la educación se alineen e integren con las políticas educativas existentes y con cualquier estrategia nacional de IA más abarcadora. De llegarse a un consenso sobre el uso de la IA para todo el sistema educativo o las estrategias intersectoriales más amplias, considerar los modos de adoptar la IA para la transformación integral del sistema.

- **Establecer una estructura organizativa a nivel de todo el sistema para la gobernanza y la coordinación de las políticas** con el fin de garantizar que la aplicación equilibre los métodos *bottom-up* y *top-down*, que involucren a los principales socios y partes interesadas y maximicen su colaboración intersectorial, así como el intercambio de recursos. Esto debería incluir un consejo de gestión central encargado de dirigir, apoyar y supervisar la implementación de la política; un órgano de coordinación para organizar a los socios y su colaboración; y un equipo de representantes encargado de implementar la política. Y, lo que es más importante, debe elaborarse un conjunto completo de principios integrados sobre la gobernanza de las políticas y aplicarse de forma consistente para que la junta directiva asuma tanto la propiedad como la rendición de cuentas.

→ **EJEMPLO**

Australia: https://education.nsw.gov.au/content/dam/main-education/teaching-and-learning/education-for-a-changing-world/media/documents/Future_Frontiers_discussion_paper.pdf

- **Construir un ciclo abierto e iterativo compuesto por pasos clave en la planificación, implementación, monitoreo y actualización de las políticas:** estos pasos deberían crear un proceso de aprendizaje continuo; el monitoreo y la investigación tendrían que integrarse con el plan maestro y centrarse tanto en los resultados concretos como en aumentos en habilidades, conocimientos y valores. El monitoreo y la investigación deben comunicarse estratégicamente y llegar a las personas a cargo de la toma de decisiones para retroalimentar una base de desarrollo válida y robusta apoyada en evidencias. El proceso de implementación de las políticas debe permanecer abierto a la revisión y modificaciones.

- **Promover la localización y reutilización de la IA de código abierto para impulsar el desarrollo local:** gestionar herramientas y plataformas de IA de código abierto que puedan adaptarse al contexto nacional y cultural, lo cual resulta esencial, dado que muchas tecnologías de IA tienen propiedad intelectual. Emplear estrategias de código abierto para compartir datos y algoritmos a fin de impulsar innovaciones locales y mitigar la brecha digital tanto entre países como dentro de los grupos de estudiantes.

→ **EJEMPLOS**

Directorio de IA del Sur Global de la *Knowledge 4 All Foundation*: https://www.k4all.org/;
***X5gon Project* (red global de REA multimodal, intercultural, interlingüística y multinacional):** https://www.x5gon.org/
Sociedad 5.0 de Japón
https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html

6.4 Políticas y normativas para un uso equitativo, inclusivo y ético de la IA

ESTABLECER OBJETIVOS ESTRATÉGICOS TRANSVERSALES Y PLANIFICAR NORMATIVAS Y PROGRAMAS, PARA GARANTIZAR EL USO EQUITATIVO E INCLUSIVO DE LA IA EN LA EDUCACIÓN

- **Establecer y monitorear objetivos cuantificables para garantizar la inclusión, la diversidad y la igualdad en la enseñanza y el desarrollo de los servicios de IA:** identificar a quienes pueden beneficiarse de su aplicación; reforzar la infraestructura adecuada, como el acceso a Internet, hardware y software, para permitir el aprovechamiento equitativo de los beneficios de la IA educativa. Implementar medidas para alcanzar a los grupos más vulnerables de la sociedad; y centrarse en la IA educativa que cuente con un historial comprobado de inclusión de estudiantes con diferentes orígenes y capacidades.

→ **EJEMPLO**

Bengladesh digital: https://a2i.gov.bd

- **Establecer leyes de protección de datos que permitan que la recolección y el análisis de datos educativos sean visibles, rastreables y auditables por parte de docentes, estudiantes y padres:** formular políticas claras sobre la propiedad, privacidad y disponibilidad de los datos para el bienestar público. Seguir las directrices internacionales creadas por grupos de expertos en torno a cuestiones más abarcadoras de datos de IA; y respetar estándares éticos reconocidos internacionalmente.

→ **EJEMPLOS**

El **Reglemento General de Protección de Datos,** en vigor desde el 25 de mayo de 2018 en todos los Estados miembros de la UE, para armonizar las leyes de privacidad de datos en toda Europa: https://gdpr-info.eu/;

Directrices éticas para una IA fiable, de la UE:
https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/d3988569-0434-11ea-8c1f-01aa75ed71a1

- **Revisar la capacidad de la IA para suavizar o exacerbar los sesgos:** revelar los riesgos desconocidos y mitigarlos; testear las herramientas de IA y verificar que están libres de sesgos (Pennington, 2018), y que han sido alimentadas con datos representativos de la diversidad en términos de género, discapacidad, condición social y económica, origen étnico y cultural, y ubicación geográfica. Promover actitudes que valoren una IA justa y equitativa que sea respetuosa de esa diversidad. Estimular un enfoque de diseño que incorpore la ética, la privacidad y la seguridad en la investigación y el desarrollo de la IA en la educación.

■ **Crear aplicaciones de IA libres de prejuicios de género y garantizar que los datos utilizados para el desarrollo sean sensibles al género:** incentivar las aplicaciones de IA que promuevan la igualdad de género; empoderar a las niñas y a las mujeres con habilidades de IA para aumentar la igualdad de género tanto en la fuerza de trabajo como en los empleadores.

→ **EJEMPLO**

La publicación de la UNESCO ***"I'd blush if I could"*** en la que se comparten estrategias para cerrar las brechas de género en las competencias digitales: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367416

■ **Investigar opciones para alcanzar un equilibrio entre el acceso abierto y la privacidad de los datos:** probar y adoptar tecnologías y herramientas de IA emergentes para garantizar la privacidad y seguridad de los datos de docentes y estudiantes. Desarrollar marcos normativos integrales para garantizar el uso y la reutilización de los datos de los estudiantes de forma ética, no discriminatoria, equitativa, transparente y auditable.

■ **Facilitar debates abiertos sobre cuestiones relacionadas con la ética de la IA, la privacidad y la seguridad de los datos, así como las preocupaciones sobre el impacto negativo de la IA en los derechos humanos y la igualdad de género:** garantizar que la IA se utilice para el bien y evitar sus aplicaciones perjudiciales. Abordar la compleja cuestión del consentimiento informado, especialmente en contextos educativos en los que muchos de los usuarios (por ejemplo, niños, niñas y estudiantes con dificultades de aprendizaje) no son capaces de dar un consentimiento realmente informado.

→ **EJEMPLO**

DataKind, que aboga por que las organizaciones sociales tengan el mismo acceso a los recursos de ciencia de datos que las grandes empresas tecnológicas: https://www.datakind.org

6.5 Planes maestros para utilizar la IA en la gestión de la educación, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación

HACER USO DE LA IA PARA IMPULSAR Y MEJORAR LA GESTIÓN E IMPARTICIÓN DE LA EDUCACIÓN

■ **Explorar cómo pueden las tecnologías de IA mejorar los sistemas de información sobre la gestión de la educación (SIGE):** utilizar la IA para hacer que los SIGE sean más robustos, accesibles, simplificados, capaces, fáciles de usar y eficientes. Orientar la toma de decisiones y la gestión basadas en evidencias hacia un conjunto de procesos y flujos de datos más flexibles, dinámicos y democratizados que respondan mejor a los cambios de paradigmas sociales y educativos. Invertir en la posibilidad de aprovechar las capacidades de la IA para hacer predicciones en la integralidad del sistema sobre las habilidades y su demanda, con el fin de permitir a los gobiernos prepararse para satisfacer las necesidades educativas locales relevantes e integrarlas con sectores como las finanzas, la economía, el derecho y la medicina.

→ **EJEMPLO**

El programa de la universidad abierta ***OU Analyse***, que predice los resultados de los estudiantes e identifica a los que corren riesgo de fracasar mediante el análisis de macrodatos de los SIGE de la universidad: https://analyse.kmi.open.ac.uk

■ **Permitir la transformación integral de los SIGE y su integración con los sistemas de gestión de aprendizaje (SGA):** garantizar que los SIGE se mantengan actualizados en razón de los cambios generados por la pedagogía impulsada por la IA, brindando medios para integrar los SGA con los SIGE para apoyar la progresión hacia medios de evaluación más completos, ricos y equilibrados.

→ **EJEMPLO**

Zhixue **(Aprendizaje Inteligente),** un SGA desarrollado por iFlyTek de China para permitir cursos tutoriales personalizados en línea: https://www.zhixue.com/login.html

■ **Empoderar a gestores, docentes y estudiantes para promover la aplicación de SIGE y SGA basados en IA:** analizar el costo de implantar SIGE y SGA impulsados por IA en las escuelas. Garantizar una introducción de bajo costo para los docentes y gestores de las escuelas, de modo que les resulte posible ver sus beneficios en lugar de un aumento de tareas administrativas. Establecer y supervisar procesos visibles y transparentes de recolección automática de datos sobre las prácticas de los docentes y las actividades de los estudiantes. Promover el uso de la IA para dar apoyo a recursos y resultados personalizados, de modo que los estudiantes puedan tener una percepción personal y aprovechar sus habilidades y conocimientos en distintos contextos, manteniendo el control de sus propios datos e identidades digitales.

→ **EJEMPLO**

LabXchange, de la Fundación Amgen y la Facultad de Artes y Ciencias de la Universidad de Harvard, una plataforma gratuita de educación científica en línea que ofrece a los usuarios enseñanza personalizada, experiencias virtuales de laboratorio y oportunidades de creación de redes de contacto en la comunidad científica mundial: https://www.multivu.com/players/English/8490258-amgen-foundation-harvard-labxchange

CULTIVAR EL USO DE LA IA CENTRADO EN EL ESTUDIANTE PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE Y LA EVALUACIÓN

■ **Reforzar y reiterar la autoridad y autonomía de las personas sobre su propio aprendizaje en un contexto de máquinas y agentes informáticos cada vez más inteligentes:** consultar a los docentes y a los estudiantes sobre sus opiniones acerca de las tecnologías de IA y utilizar la información recibida para decidir cómo debe desplegarse la IA en los entornos de aprendizaje. Informar a los estudiantes sobre los tipos de datos que se recogen sobre ellos, cómo se

utilizan y el impacto que esto puede tener en su aprendizaje, sus carreras y su vida social. Evitar que las instituciones utilicen las tecnologías de IA con fines de vigilancia - en su lugar, cultivar la confianza entre los estudiantes y utilizar la IA para apoyar su progreso en vez de aumentar el control.

■ **Hacer hincapié en la capacidad de acción y el bienestar social de los estudiantes en el proceso de integración de las herramientas basadas en la IA:** proteger la autonomía y la motivación de los estudiantes para crecer como individuos; proteger el tiempo de juego y de ocio, la interacción social y los descansos escolares. Utilizar las herramientas basadas en la IA para minimizar la presión de los deberes y los exámenes, en lugar de agravarla. Apoyar a los estudiantes para que se adapten a las nuevas herramientas y metodologías de la IA, de modo que estas puedan tener un impacto positivo en su aprendizaje; y permitirles hacer observaciones y dar su opinión sobre los retos creados por el uso de la IA en el aula.

→ **EJEMPLOS**

AlphaEgg, un robot inteligente para el cuidado de niños y niñas, desarrollado por iFlyTek: https://ifworlddesignguide.com/entry/203859-alphaegg

El proyecto *Le CoWriter* : aprender a escribir con un robot desarrollado por CHILI (Interacción Informática-Humana en el Aprendizaje y la Enseñanza, por sus siglas en inglés), Universidad Técnica EPFL, Suiza: https://www.epfl.ch/labs/ chili/index-html/research/cowriter; https://www.youtube.com/ watch?v=E_iozVysl5g

■ **Revisar y adecuar los planes de estudio para que reflejen los cambios pedagógicos y de evaluación que conlleva la adopción cada vez más amplia de la IA en la enseñanza y el aprendizaje:** colaborar con los proveedores de IA y los educadores para identificar las formas más apropiadas de responder a los cambios en los marcos curriculares y las metodologías de evaluación, con el fin de ofrecer entornos de política y espacios curriculares apropiados para explorar la IA. Facilitar la participación de los estudiantes en iniciativas de alcance nacional que promuevan nuevas competencias en el currículo.

→ **EJEMPLO**

Educación digital, programación y robótica para todos los estudiantes argentinos: https://www.argentina.gob.ar/educacion/aprender-conectados/nucleos-de-aprendizajes-prioritarios-nap

■ **Probar y utilizar tecnologías de IA para apoyar la evaluación de múltiples dimensiones de competencias y resultados:** integrar la IA a las evaluaciones psicométricas, incluyendo posiblemente conversaciones de tipo chatbot con los estudiantes en pruebas de juicio situacional. Evitar el uso de la IA como único medio para predecir el futuro desarrollo educativo y profesional de los estudiantes. Tener cuidado al adoptar la calificación automática basada en algoritmos de respuestas a preguntas cerradas 'basadas en reglas'; apoyar a los docentes para que utilicen la evaluación formativa basada en IA como función integrada del SGA con IApara analizar los datos sobre el aprendizaje de los estudiantes con mayor precisión y eficiencia, y con menos sesgo humano. Explorar el potencial de las evaluaciones progresivas basadas en la IA para brindar actualizaciones periódicas a docentes, estudiantes y padres. Empleando una perspectiva humanista, probar y evaluar el uso del reconocimiento facial y otros tipos de IA para autenticación y supervisión de los usuarios en evaluaciones remotas en línea.

→ **EJEMPLO PARCIAL**

***Towards artificial intelligence-based assessment systems* (Hacia sistemas de evaluación basados en la IA):** https://www.researchgate.net/publication/314088884_Towards_artificial_intelligence-based_assessment_systems

GARANTIZAR QUE LA IA SE UTILICE PARA EMPODERAR A LOS DOCENTES

■ **Proteger los derechos de los docentes y el valor de su práctica:** realizar consultas con los educadores con el fin de garantizar la protección de sus derechos y que sean tomadas en cuenta sus opiniones al momento de implantar tecnologías de IA. Efectuar pruebas piloto y ensayos a escala centrados en atender las necesidades prácticas diarias de los docentes al integrar tecnologías de IA; facilitar el desarrollo de herramientas de IA para apoyar la enseñanza y no para sustituir las funciones básicas docentes. Brindar orientación basada en evidencias que sirva a los docentes para manejar las ofertas del sector privado de tecnologías basadas en IA; y desarrollar criterios y clasificaciones que les permitan tomar decisiones informadas acerca de cuáles herramientas son las más adecuadas para sus necesidades.

■ **Analizar y revisar el rol de los docentes en la transferencia de conocimientos, la interacción humana, el pensamiento de orden superior y los valores humanos:** analizar los beneficios de la automatización de determinadas tareas ante el riesgo de reducir o perjudicar las prácticas de aprendizaje. Disminuir la automatización de tareas que consumen tiempo pero que también son informativas para los docentes; identificar los aspectos concretos que dependen de la autonomía y la motivación de los docentes; preservar y potenciar estos elementos en el proceso de introducción de la IA en las prácticas pedagógicas, y mantener un alto nivel de confianza en la autoridad y las capacidades de los docentes.

■ **Definir los conjuntos de habilidades que los docentes necesitan para buscar y aplicar herramientas de IA en el diseño y organización de actividades de aprendizaje y en su propio desarrollo profesional:** analizar las habilidades necesarias para la colaboración humano-máquina en entornos de enseñanza. Evaluar los cambios de paradigma necesarios para aplicar la IA al desarrollo profesional docente, la gestión de evaluaciones basadas en IA así como el diseño y la implementación de actividades de aprendizaje mejoradas por IA. Actualizar los marcos y programas de formación docente en referencia al Marco de competencias de los docentes en materia de TIC, de la UNESCO (UNESCO, 2019).

■ **Impartir capacitación y garantizar apoyo continuo para ayudar a los docentes a adquirir las habilidades necesarias para utilizar la IA de manera eficaz:** desarrollar e impartir programas de formación sobre las habilidades necesarias antes de implementar plataformas o herramientas de IA; evitar

situaciones en las que los docentes no puedan desempeñar su función debido a la falta de disponibilidad o fiabilidad de la funcionalidad de la IA. Planificar con antelación para que los docentes puedan aplicar las nuevas tecnologías de la IA a sus prácticas actuales y hacer la transición a nuevas formas de trabajo; incentivar la formación de comunidades de docentes que compartan experiencias y buenas prácticas cotidianas y que promuevan usos innovadores de las herramientas de la IA. Proporcionar directrices simplificadas basadas en la investigación tecnológica emergente para poner al día a los docentes sobre los últimos descubrimientos que podrían aplicar en las aulas, y aumentar las oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida para que los docentes se mantengan al día con los cambios que trae la IA tanto dentro como fuera del aula.

→ EJEMPLOS

Marco de competencias de los docentes en materia de TIC, de la UNESCO:
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024;

Recursos de IA en las aulas de K-12, Sociedad Internacional de Tecnología en Educación (ISTE):
https://www.iste.org/learn/AI-in-education

PLANIFICAR EL USO DE LA IA PARA APOYAR EL APRENDIZAJE A LO LARGO DE LA VIDA EN TODAS AS EDADES, LUGARES Y ENTORNOS

■ **Buscar y promover de forma activa el uso de la IA para apoyar una amplia gama de enfoques educativos y diversas vías de aprendizaje a lo largo de la vida:** poner en marcha y mantener la capacidad de las instituciones de utilizar la IA para alcanzar mayor dinamismo, brindar enseñanza a un mayor número de estudiantes no tradicionales y ofrecer un aprendizaje a lo largo de la vida en entornos formales, no formales e informales. Sugerir mecanismos viables para que las instituciones tradicionales avancen hacia métodos híbridos que combinen la enseñanza presencial con cursos de evolución dinámica impulsados por IA; asimismo, ofrecer incentivos para la asociación entre instituciones y proveedores de IA, con el fin de fomentar el desarrollo de herramientas de IA que maximicen las oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida.

■ **Construir herramientas y sistemas de IA para hacer seguimiento de resultados del aprendizaje y titulaciones en todos los niveles y lugares de estudio:** desarrollar plataformas, herramientas y sistemas de IA para seguimiento de resultados del aprendizaje que simplifiquen la especialización en ciertas habilidades; además de estudiar formas de utilizar la IA para ampliar la disponibilidad de titulaciones educativas y vías de calificación.

→ EJEMPLOS PARCIALES

Initiative SkillsFuture, Gobierno de Singapur:
https://www.skillsfuture.gov.sg ;
OpenCert (Singapur), que permite verificar los certificados de aprendizaje a lo largo de la vida obtenidos en "cualquier" institución: https://opencerts.io

■ **Hacer frente a los desequilibrios en el acceso a la IA entre los distintos grupos etarios:** poner en marcha campañas para enfrentar las barreras de acceso de los grupos más vulnerables, incluyendo las personas mayores, e iniciar proyectos que generen interés por la IA entre estudiantes de diferentes edades y procedencias.

DESARROLLAR VALORES Y HABILIDADES PARA LA VIDA Y EL TRABAJO EN LA ERA DE LA IA

■ **Construir modelos de predicción para identificar tendencias en el mercado laboral y habilidades requeridas, y desarrollar programas de recalificación para quienes ocupan puestos de trabajo en riesgo de automatización por IA:** identificar los costos sociales de la automatización de los puestos de trabajo y crear conciencia pública respecto de los cambios resultantes a nivel nacional y mundial en la demanda de habilidades. Establecer un enfoque nacional para mejorar las habilidades relevantes a futuro en todos los niveles de la educación; ofrecer opciones para los planes de recalificación y crear resiliencia en la fuerza de trabajo para enfrentar la transformación sistémica y a largo plazo del mercado laboral. Brindar especial protección a los trabajadores de más edad, a los cuales les puede resultar más difícil aprender nuevas habilidades y adaptarse a nuevos entornos. Promover que los programas de formación incluyan un enfoque sobre cómo la IA afectará a cada profesión.

→ EJEMPLO

Anticipación de las competencias del Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (CEDEFOP): Herramienta de la UE para la previsión y preparación de competencias: https://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/data-visualisations/skills-forecast

■ **Integrar las competencias relacionadas con la IA en los planes de estudio y en las calificaciones de educación y formación técnica y profesional (EFTP):** promover cambios en los planes de estudio que preparen a los estudiantes para el futuro, a fin de garantizar su adecuación a las fluctuantes economías, mercados laborales y sociedades, en todas las materias y competencias. Desarrollar cursos, programas y capacitaciones para crear conciencia y experiencia sobre el funcionamiento de las tecnologías de IA, sus implicancias éticas y cómo deben diseñarse. Apoyar el desarrollo de herramientas para el aprendizaje de IA basadas en la investigación pedagógica y en metodologías robustas.

→ EJEMPLOS

El Wekinator, un software gratuito y de código abierto creado por Rebecca Fiebrink, con el que se puede utilizar el aprendizaje automático para construir nuevos instrumentos musicales, controladores gestuales de juegos y sistemas de visión y escucha por computadora: http://www.wekinator.org/

Portal de la enseñanza de la IA para K-12, un portal creado por la UNESCO y Ericsson con enlaces a recursos gratuitos que los docentes pueden utilizar para enseñar sobre la IA, además de información para ayudar a los docentes a aprender sobre la IA: http://teachingaifork12.org

■ **Adoptar medidas institucionales para mejorar la alfabetización en materia de IA en todos los sectores de la sociedad:** ofrecer enseñanza básica en materia de IA a todas las personas, y educarlas para que piensen de forma crítica y responsable sobre sus opciones, derechos y privilegios en el marco de la IA y el impacto de esta en su vida cotidiana. Informarles sobre cómo proteger su privacidad así como gestionar sus propios datos y decisiones. Desterrar los mitos y las sobrevaloraciones en torno a la IA educando a la población respecto de sus limitaciones, así como sobre las diferencias entre la IA y la inteligencia humana. Integrar cuidadosamente las nuevas habilidades de alfabetización en IA con las habilidades básicas existentes, como la alfabetización mediática e informacional, e identificar formas de fusionar las diferentes alfabetizaciones necesarias para evitar la sobrecarga de los planes de estudio.

→ **EJEMPLO**

1 Percent: el plan de Finlandia para formar a su población en IA: https://www.politico.eu/article/finland-one-percent-ai-artificial-intelligence-courses-learning-training

■ **Ayudar a las instituciones de educación superior e investigación a impulsar el talento local en materia de IA:** establecer planes para ayudar a las instituciones de educación superior e investigación a crear o mejorar los programas para desarrollar el talento local en IA, además de crear un grupo de profesionales equilibrado en términos de género y de orígenes socioeconómicos, que tengan la experiencia necesaria para diseñar sistemas de IA. Desarrollar programas de maestría para ejecutivos para capacitar a los ingenieros en IA, e incentivar a las empresas de ingeniería para que inviertan en la recalificación de su personal en IA.

■ **Retener el talento local en IA:** incentivar a las empresas de IA para que se instalen localmente; mitigar las diferencias regionales de salarios y recompensas; y retener a los profesionales de IA ofreciéndoles desafíos intelectuales interesantes y un buen balance entre la vida laboral y personal.

→ **EJEMPLOS**

Next AI: un programa impartido en los campus de Toronto y Montreal, en Canadá, para identificar equipos con talento, aprovechar los recursos de Canadá y proporcionarles el capital, la mentoría, la educación y la red necesarios: https://www.nextcanada.com/next-ai/

Una iniciativa del Gobierno chino para formar a 500 docentes universitarios y 5.000 estudiantes en IA: https://www.ecns.cn/2018/04-07/298280.shtml

6.6 Pruebas piloto, monitoreo y evaluación, y creación de una base de evidencias

CREAR UNA BASE DE EVIDENCIAS FIABLE PARA APOYAR EL USO DE LA IA EN LA EDUCACIÓN

■ **Probar y ampliar las vías de aplicación basadas en la evidencia de IA en el aprendizaje:** de acuerdo con las prioridades educativas, en lugar de la novedad o la exageración, impulsar pruebas piloto y la adopción basada en evidencias de tecnologías como los modelos de aprendizaje personalizado mejorados por IA, los sistemas de tutoría fundados en el diálogo, los sistemas de aprendizaje exploratorio, los sistemas de evaluación automatizada de la escritura, las herramientas de aprendizaje de idiomas, los generadores de obras de arte y música impulsados por la IA, los chatbots, las herramientas de realidad virtual y aumentada, así como los orquestadores de redes de aprendizaje. Incentivar la adopción de herramientas de IA que propicien entornos de aprendizaje abiertos, exploratorios y diversos. Promover habilidades amplias y transferibles, como las habilidades socioemocionales, la metacognición, la colaboración, la resolución de problemas y la creatividad. Garantizar que la aplicación de la IA en la educación sea estratégica (es decir, que tenga objetivos pedagógicos a largo plazo) y no a corto plazo o ad hoc.

→ **EJEMPLOS**

ITalk2Learn, un proyecto europeo de colaboración de tres años de duración (de noviembre de 2012 a octubre de 2015) cuyo objetivo era desarrollar una plataforma de tutoría inteligente de código abierto que sirviera de apoyo al aprendizaje de las matemáticas para estudiantes de 5 a 11 años: https://www.italk2learn.com/

FractionsLab, un entorno de aprendizaje exploratorio del Reino Unido para enseñar fracciones con retroalimentación impulsada por la IA: http://fractionslab.lkl.ac.uk

Squirrel AI Learning, desarrollada por el grupo chino Yixue, un motor de aprendizaje adaptativo basado en el algoritmo de reconocimiento de patrones: http://squirrelai.com/; https://www.technologyreview.com/s/614057/china-squirrel-has-started-a-grand-experiment-in-ai-education-it-could-reshape-how-the/

SmartMusic, un conjunto de herramientas de educación musical basadas en la web que apoyan la práctica y el desarrollo de los músicos: https://www.smartmusic.com/

AIArtists.org, que ofrece herramientas creativas para generar arte con IA: https://aiartists.org/ai-generated-art-tools

■ **Establecer criterios específicos para la IA basados en investigaciones y metodologías pedagógicas comprobadas, con el fin de verificar sistemática y rigurosamente las afirmaciones de los proveedores sobre el potencial de la IA:** desarrollar criterios específicos para la IA que tengan en cuenta las preocupaciones humanas, sociales y éticas relacionadas con cada uno de los tres componentes principales de la aplicación de la IA en la educación: datos, análisis algorítmicos y prácticas educativas.

- **Facilitar las evaluaciones piloto locales de los sistemas de IA para evaluar su relevancia y eficacia:** diseñar y realizar evaluaciones piloto a gran escala de los sistemas de IA suministrados por proveedores externos. Comprobar si son relevantes para el contexto local, así como que sean eficaces en términos de prácticas educativas, objetivos, diversidad, cultura y demografía. Utilizar los resultados para personalizar los datos, el diseño y la integración del sistema de IA en respuesta a las necesidades locales. Monitorear la aplicación del sistema para evitar conflictos de intereses o asociaciones, y de discrepancias relacionadas con la protección o la propiedad de los datos.

- **Calcular y analizar el costo medioambiental de aprovechar las tecnologías de IA a escala:** desarrollar objetivos sostenibles que deban ser cumplidos por las empresas de IA en un intento de evitar que contribuyan al cambio climático y al daño del medio ambiente. Incentivar el uso de medios ecológicos de generación de la energía y los recursos necesarios para la implantación de la IA a gran escala.

REFORZAR LA INVESTIGACIÓN Y LA EVALUACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA IA Y LA EDUCACIÓN

- **Permitir el uso de la IA para promover y mejorar la investigación y la innovación educativas:** aprovechar las prácticas y metodologías de recopilación de datos de la IA para mejorar la investigación sobre tecnologías educativas. Extraer lecciones de los casos exitosos y ampliar las prácticas basadas en la evidencia.

- **Revisar el impacto global de la IA en la educación:** aprovechar los procesos de investigación y revisión para comprender plenamente las implicancias éticas y sociales de la incorporación de la IA en los contextos educativos locales; realizar revisiones críticas de los retos y riesgos desconocidos, incluyendo los cambios en la colaboración entre docentes y estudiantes, entre estudiantes y estudiantes, así como las dinámicas sociales.

- **Alentar la inversión y brindar financiamiento específico con el fin de construir un ecosistema basado en evidencia para la IA en la educación:** ayudar a incentivar y apoyar la investigación y el desarrollo de aplicaciones de IA por parte de los sectores comercial y universitario, mejorando la experiencia local y minimizando la influencia de los intereses creados.

- **Financiar e incentivar la investigación sobre IA y educación fuera del ámbito del desarrollo impulsado por los gobiernos y las empresas:** proteger la evolución y la expansión de la experiencia local en IA en la educación dentro de los entornos de investigación y universitarios, así como minimizar la influencia de los intereses creados en el desarrollo de la IA y en su evaluación.

→ **EJEMPLO**

Centro Internacional de Investigación sobre Inteligencia Artificial (IRCAI) bajo los auspicios de la UNESCO, cuya misión es llevar a cabo la investigación, la promoción, el desarrollo de capacidades y la difusión de información sobre la IA: https://ircai.org/

6.7 Promoción de las innovaciones locales en materia de IA para la educación

PROMOVER EL DESARROLLO LOCAL DE LAS TECNOLOGÍAS DE IA PARA LA EDUCACIÓN

- **Atraer la inversión empresarial y ofrecer financiamiento para crear una base de evidencias:** ayudar a estimular y apoyar el desarrollo de herramientas de IA en la educación centradas en el ser humano, reuniendo a estudiantes, financiadores, desarrolladores comerciales, educadores y científicos del aprendizaje, con el fin de abordar las fallas del mercado, la complejidad de las prácticas educativas en todo el mundo y los desafíos de la ampliación de las iniciativas.

- **Promover las innovaciones e incentivar el desarrollo local de tecnologías y herramientas de IA:** crear sinergias entre los conocimientos, los recursos y las capacidades, y aprovechar las metodologías de investigación basadas en evidencia en el diseño de la IA corporativa. Generar evaluaciones independientes de la IA dirigida al consumidor al tiempo que se orienta el progreso hacia un futuro alineado y centrado en el ser humano para el desarrollo de la IA. Invertir en la educación y la formación de los talentos locales y construir un interés por la creación de ecosistemas de IA a nivel local, dentro de una red de inversión y de acceso a los mercados de trabajo y de consumo. Tomar parte en colaboraciones internacionales para crear recursos y desarrollar capacidades para la implantación de tecnologías basadas en la IA a escala, al efecto de permitir el desarrollo de herramientas y conocimientos locales de IA.

→ **EJEMPLO**

IBM Research–Africa, es el duodécimo laboratorio de investigación global de IBM y el primer centro de investigación industrial del continente. Está impulsando la innovación mediante el desarrollo de soluciones comercialmente viables para transformar vidas y generar nuevas oportunidades de negocio en áreas clave como la educación: https://www.research.ibm.com/labs/africa

7. Referencias

Adams, R. 2019. Artificial intelligence has a gender bias problem – just ask Siri. *The Conversation*. Recuperado en 28 de marzo de 2021, de: https://theconversation.com/ artificial-intelligence-has-a- gender-bias-problem-just-ask-siri-123937

AIArtists.org. 2019. *AIArtists*. Recuperado en 28 de marzo de 2021, de: https://aiartists.org/ ai-generated-art-tools

Baker, T., Smith, L. & Anissa, N. 2019. *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges.* Londres, NESTA. Recuperado en 28 de marzo de 2021, de: https://www. nesta.org.uk/report/ education-rebooted

Barrett, H. 2017. *Plan for five careers in a lifetime. Financial Times*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.ft.com/content/0151d2fe-868a-11e7-8bb1-5ba57d47eff7

Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B. & Tanaka, F. 2018. *Social robots for education: A review. Science Robotics*, Vol. 3, No. 21, pp. 1–9.

Bernardini, S., Porayska-Pomsta, K. & Smith, T. J. 2014. ECHOES: *An intelligent serious game for fostering social communication in children with autism. Information Sciences*, Vol. 264, pp. 41–60.

Bhutani, A. and Wadhwani P. 2018. Artificial Intelligence (AI) in Education Market Size, By Model (Learner, Pedagogical, Domain), By Deployment (On-Premise, Cloud), By Technology (Machine Learning, Deep Learning, Natural Language Processing (NLP)), By Application (Learning Platform & Virtual Facilitators, Intelligent Tutoring System (ITS), Smart Content, Fraud & Risk Management), By End-Use (Higher Education, K-12 Education, Corporate Learning), Industry Analysis Report, Regional Outlook, Growth Potential Competitive Market Share & Forecast, 2018 – 2024. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.gminsights.com/ industry-analysis/ artificial-intelligence-ai-in-education- market

Bloom, B. S. 1984. The 2 Sigma Problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, Vol. 13, no. 6, pp. 4–16.

Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., … Amodei, D. 2020. Language Models are Few-Shot Learners. ArXiv:2005.14165 [Cs]. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: http://arxiv.org/abs/2005.14165

Brynjolfsson, E. & McAfee, A., 2014. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. WW Norton & Company, Nueva York, NY.

Burt, A. 2019. The AI Transparency Paradox, Harvard Business Review [en línea]. Recuperado en 28 de diciembre de 2020, de: https://hbr.org/2019/12/ the- ai-transparency-paradox

Carbonell, J. R. 1970. AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, Vol. 11, No. 4, pp. 190–202.

Carretero, S., Vuorikari, R., and Punie, Y. 2017. DigComp 2.1: *The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use*, EUR 28558 EN. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/ bitstream/ JRC106281/web-digcomp2.1pdf_ (online).pdf

CEDEFOP, 2019. *Skills Forecast*: EU tool for skills prediction and preparation. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.cedefop.europa. eu/en/ publications-and-resources/data-visualisations/ skills-forecast

Cohen, P.A., Kulik, J.A. & Kulik, C.-L.C. 1982. Educational Outcomes of Tutoring: A Meta-Analysis of Findings. *American Educational Research Journal 19*, 237–248.

COMEST (Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología de la UNESCO) 2019. Preliminary Study on the Ethics of Artificial Intelligence. Recuperado en 28 de diciembre de 2020, de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367823

Connor, N. 2018. Chinese school uses facial recognition to monitor student attention in class. The Telegraph. Recuperado en 28 de diciembre de 2020, de: https://www.telegraph.co.uk/news/2018/05/17/chinese-school-uses-facial-recognition- monitor-student-attention

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2016. The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan. Recuperado en 9 de enero de 2020, de: https://www.nitrd.gov/news/ national_ai_rd_strategic_plan.aspx

Cukurova, M., Luckin, R., Mavrikis, M. & Millán, E., 2017. Machine and human observable differences in groups' collaborative problem-solving behaviours, in: European Conference on Technology Enhanced Learning. Springer, pp. 17–29.

DataKind, 2013. *DataKind*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.datakind. org

Dautenhahn, K., Nehaniv, C. L., Walters, M. L., Robins, B., Kose-Bagci, H., Mirza, N. A. & Blow, M. 2009. KASPAR – a minimally expressive humanoid robot for human–robot interaction research. *Applied Bionics and Biomechanics*, Vol. 6, No. 3-4, Special Issue on Humanoid Robots, pp. 369–397.

Dean Jr., D. & Kuhn, D. 2007. Direct instruction vs. discovery: *The long view. Science Education*, Vol. 91, No. 3, pp. 384–397.

Ding, J. 2018. *Deciphering China's AI Dream. The Context, Components, Capabilities, and Consequences of China's Strategy to Lead the World in AI.* Centre for the Governance of AI, Future of Humanity Institute, University of Oxford. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Deciphering_Chinas_AI-Dream.pdf

Dong, X., Wu, J. & Zhou, L. 2017. Demystifying AlphaGo Zero as AlphaGo GAN. Recuperado en 15 de febrero de 2020, de: http://arxiv.org/ abs/1711.09091

Douglas, L. 2017. AI is not just learning our biases; it is amplifying them. *Medium*. Recuperado en 28 de agosto de 2018, de: https://medium. com/@laurahelendouglas/ai-is-not-just-learning-ourbiases-it-is-amplifying-them-4d0dee75931d

du Boulay, B. 2016. Artificial intelligence as an effective classroom assistant. IEEE Intelligent Systems, Vol. 31, No. 6, pp. 76–81.

du Boulay, B., Poulovassilis, A., Holmes, W. & Mavrikis, M. 2018. What does the research say about how artificial intelligence and big data can close the achievement gap? R. Luckin (ed.), *Enhancing Learning and Teaching with Technology*. Londres, Institute of Education Press, pp. 316–327.

ECNS. 2018. *China to train 500 teachers in AI*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: http://www.ecns.cn/2018/04-07/298280.shtml

Emiratos Árabes Unidos. 2017. *UAE Strategy for Artificial Intelligence*. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://u.ae/en/about-the-uae/ strategies-initiatives-and-awards/federal-governments- strategies-and-plans/uae-strategy-for-artificial-intelligence

EPFL Technical University, n.d.. *The CoWriter*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.epfl.ch/labs/chili/index-html/research/ cowriter

Feathers, T. 2019. Flawed Algorithms Are Grading Millions of Students' Essays. Vice. Recuperado en 13 de enero de 2020, de: https://www.vice.com/ en_us/article/pa7dj9/flawed-algorithms-are-grading- millions-of-students-essays

Feng, J. 2019. China to curb facial recognition technology in schools. SupChina. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://supchina. com/2019/09/06/china-to-curb-facial-recognition- technology-in-schools

Ferguson, R., Brasher, A., Clow, D., Cooper, A., Hillaire, G., Mittelmeier, J., Rienties, B., Ullmann, T. & Vuorikari, R. 2016. Research Evidence on the Use of Learning Analytics: Implications for Education Policy. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: http://oro. open.ac.uk/48173/

Fiebrink, R. 2018. *The Wekinator*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: http://www. wekinator.org

Ford, M. 2018. *Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it*. Birmingham, Packt Publishing.

Foro Económico Mundial. 2018. Insight Report. The Global Gender Gap Report. Recuperado en 21 de julio de 2020, de: http://www3.weforum. org/docs/WEF_GGGR_2018.pdf

Foro Económico Mundial &Boston Consulting Group. 2016. *New Vision for Education: Fostering social and emotional learning through technology*. Geneva, Switzerland. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.weforum.org/reports/ new-vision-for-education-fostering-social-and-emotional-learning-through-technology

Frey, C.B. &Osborne, M. A. 2017. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change 114: 254–280.

Frontier Economics. 2018. The Impact of Artificial Intelligence on Work. An evidence review prepared for the Royal Society and the British Academy. Recuperado en 3 de febrero de 2021, de: https:// royalsociety.org/-/media/policy/projects/ai-and-work/ frontier-review-the-impact-of-AI-on-work.pdf

Giest, S. 2017. Big data for policymaking: Fad or fast-track? *Policy Sciences,* Vol. 50, No. 3, pp. 367–382.

Goel, A.K. & Polepeddi, L. 2017. Jill Watson: A virtual teaching assistant for online education. Georgia Institute of Technology. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://smartech.gatech.edu/ handle/1853/59104

Goertzel, B. 2007. Human-level artificial general intelligence and the possibility of a technological singularity: A reaction to Ray Kurzweil's The Singularity Is Near, and McDermott's critique of Kurzweil. *Artificial Intelligence*, Vol. 171, No. 18, Special Review Issue, pp. 1161–1173.

Gobierno de la República Popular China. 2017. *Next Generation of Artificial Intelligence Plan*. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://flia.org/wp-content/uploads/2017/07/A-New- Generation-of-Artificial-Intelligence-Development-Plan-1. pdf

Gobierno de la República de Corea. 2016. *Mid- to Long-Term Master Plan in Preparation for the Intelligent Information Society: Managing the Fourth Industrial Revolution*. Recuperado en 15 de marzo de 2019, de: http://www.msip.go.kr/dynamic/file/ afieldfile/msse56/1352869/2017/07/20/Master%20 Plan%20for%20the%20intelligent%20information%20 society.pdf

Gobierno de Malta. 2019. *Towards an AI Strategy. High-level policy document for public consultation*. Recuperado en 2 de enero de 2020, de: https://malta.ai/wp-content/uploads/2019/04/ Draft_Policy_document_-_online_version.pdf

Gobierno Finlandés. 2019. *1 Percent*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.politico.eu/article/finland-one-percent-ai-artificial- intelligence-courses-learning-training/

Graesser, A. C., VanLehn, K., Rosé, C. P., Jordan, P. W. & Harter, D. 2001. Intelligent tutoring systems with conversational dialogue. *AI Magazine*, Vol. 22, No. 4, p. 39.

Graham, J. 2018. Meet the robots teaching Singapore's kids tech. Recuperado en 5 de abril de 2019, de: https://apolitical.co/solution_article/meet-the-robots-teaching-singapores-kids-tech/

Hao, K. 2019. In 2020, let's stop AI ethics-washing and actually do something - MIT Technology Review [WWW Document]. MIT Technology Review. Recuperado en 13 de enero de 2020, de: https:// www.technologyreview.com/s/614992/ai-ethics-washing- time-to-act/

Harvard University & Amgen Foundation. 2020. *LabXchange*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.multivu.com/players/English/8490258-amgen-foundation-harvard-labxchange

Harwell, D. 2019. Colleges are turning students' phones into surveillance machines, tracking the locations of hundreds of thousands [WWW Documento]. Washington Post. Recuperado en 3 de enero de 2020, de: https://www.washingtonpost.com/technology/2019/12/24/colleges-are-turning-students-phones-into-surveillance-machines-tracking-locations-hundreds-thousands

Hawking, S., Russell, S., Tegmark, M. & Wilczek, F. 2014. Transcendence looks at the implications of artificial intelligence – but are we taking AI seriously enough? *The Independent*, Mayo. Recuperado en 13 de septiembre de 2015, de: http://www.independent. co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence- looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence--but- are-we-taking-ai-seriously-enough-9313474.html

Heikkila, A. 2018. Telepresence In Education and The Future Of eLearning. eLearning Industry. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://elearningindustry.com/telepresence-in-education-future- elearning

Herodotou, C., Gilmour, A., Boroowa, A., Rienties, B., Zdrahal, Z. & Hlosta, M. 2017. Predictive modelling for addressing students' attrition in higher education: The case of OU Analyse. The Open University, Milton Keynes, Reino Unido. Recuperado en 5 de noviembre de 2018, de: http://oro.open.ac.uk/49470/

Herold, B. 2018. How (and Why) Ed-Tech Companies Are Tracking Students' Feelings [WWW Documento]. Education Week. Recuperado en 28 de diciembre de 2020, de: https://www.edweek.org/technology/how-and-why-ed-tech-companies-are-tracking-students-feelings/2018/06

HITSA. 2017. *ProgeTiger Programme* 2015-2017. Recuperado en 1 de noviembre de 2019, de: https://www.hitsa.ee/it-education/educational-programmes/progetiger

Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H. & Mavrikis, M. 2018a. *Technology-Enhanced Personalised Learning: Untangling the evidence*. Stuttgart, Robert Bosch Stiftung. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.bosch-stiftung.de/sites/default/ files/publications/pdf/2018-08/Study_Technology- enhanced%20 Personalised%20Learning.pdf .

Holmes, W., Bektik, D., Whitelock, D. & Woolf, B. P. 2018b. Ethics in AIED: Who cares? C. Penstein Rosé, R. Martínez-Maldonado, H. U. Hoppe, R. Luckin, M. Mavrikis, K. Porayska-Pomsta, B. McLaren, & B. du Boulay (eds.), *Lecture Notes in Computer Science*. London, Springer International Publishing, vol. 10948, pp. 551–553.

Holmes, W., Bialik, M. & Fadel, C. 2019. *Artificial Intelligence in Education: Promises and implications for teaching and learning*. Boston, MA, Center for Curriculum Redesign.

Holstein, K., McLaren, B. M. & Aleven, V. 2018. Student learning benefits of a mixed-reality teacher awareness tool in AI-enhanced classrooms. C. Penstein Rosé, R. Martínez-Maldonado, H. U. Hoppe, R. Luckin, R., M. Mavrikis, K. Porayska-Pomsta, B. McLaren, & B. du Boulay (eds.), *Acta de la 19° Conferencia Internacional de IA en Educación, 2018 Londres, Reino Unido, 27–30 de junio, 2018.* Cham, Springer International Publishing, vol. 10947, pp. 154–168.

Hood, D., Lemaignan, S. & Dillenbourg, P. 2015. When Children Teach a Robot to Write: An Autonomous Teachable Humanoid Which Uses Simulated Handwriting. *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* 2015, 83–90.

Hopkins, P. and Maccabee, R. 2018. *Chatbots and digital assistants: Getting started in FE and HE*. Bristol, JISC.

Hume, K.H., 2017. Artificial intelligence is the future—but it's not immune to human bias. Macleans. Recuperado en 28 de marzo de 2021, de: https:// www.macleans.ca/opinion/artificial-intelligence-is-the- future-but-its-not-immune-to-human-bias

IBM, *n.d.. IBM Research–Africa*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.research.ibm.com/labs/africa

Infocomm Autoridad de Desarrollo de Medios de Información y Comunicación Infocomm. 2017. *CODE@ SG Movement: Developing Computational Thinking as a National Capability.* Recuperado en 1 de septiembre de 2019, de: https://www.imda.gov.sg/ for-community/digital-readiness/Computational-Thinking- and-Making

iFLYTEK, n.d.. *AlphaEgg*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https:// ifworlddesignguide.com/entry/203859-alphaegg

IRCAI (Centro Internacional de Investigación sobre *Inteligencia Artificial bajo los auspicios de la UNESCO*). 2020. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https:// ircai.org/

iResearch Global. 2019. *2018 China's K12 Dual-teacher Classes Report*. Recuperado en 5 de abril de 2019, de: http://www.iresearchchina.com /content/details8_51472.html

ISTE (Sociedad Internacional de Tecnología en Educación). 2018. *Recursos de IA en las aulas de K-12.* Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.iste.org/es/areas-of-focus/AI-in-education

James, E. A., Milenkiewicz, M. T. & Bucknam, A. 2008. *Participatory Action Research for Educational Leadership: Using data-driven decision making to improve schools*. Sage.

Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. 2019. Artificial Intelligence: The global landscape of ethics guidelines. Nature Machine Intelligence, 1(9), 389–399.

Joshi, D. 2017. Recuperado en 20 de enero de 2021, de: https://www.theguardian.com/ business/2017/aug/20/ robots-are-not-destroying-jobs- but-they-are-hollow-out-the-middle-class

Kelly, S., Olney, A.M., Donnelly, P., Nystrand, M. & D'Mello, S.K. 2018. Automatically measuring question authenticity in real-world classrooms. Educational Researcher, 47(7), pp.451-464.

Kreitmayer, S., Rogers, Y., Yilmaz, E. & Shawe-Taylor, J. 2018. Design in the Wild: *Interfacing the OER Learning Journey*. Acta de la 32º Conferencia Internacional BCS Interación Humano-Computadora

Lee, K. F. 2018. *AI Superpowers: China, Silicon Valley and the New World Order*. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

Leelawong, K. & Biswas, G. 2008. Designing learning by teaching agents: The Betty's Brain system. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 18, No. 3, pp. 181–208.

Leetaru, K. 2018. Does AI truly learn, and why we need to stop overhyping deep learning. Forbes. Recuperado en 10 de febrero de 2021, de: https://www.forbes.com/sites/ kalevleetaru/2018/12/15/ does-ai-truly-learn-and-why-we-need-to-stop-overhyping- deep-learning/

Leopold, T. A., Ratcheva, V., & Zahidi S. 2018. The Future of Jobs Report 2018. World Economic Forum. Recuperado en 3 de febrero de 2021, de: http://www3.weforum.org/docs/ WEF_Future_of_ Jobs_2018.pdf

Loizos, C. 2017. AltSchool wants to change how kids learn, but fears have surfaced that it's failing students. TechCrunch. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://social.techcrunch.com/2017/11/22/ altschool-wants-to-change-how-kids-learn-but-fears- that-its-failing-students-are-surfacing

Lucas, L. 2018. China's artificial intelligence ambitions hit hurdles. *Financial Times*. Recuperado en 17 de febrero de 2019, de: https://www.ft.com/ content/8620933a-e0c5-11e8-a6e5-792428919cee

Luckin, R. 2017. *Towards artificial intelligence-based assessment systems*. Nat Hum Behav 1, 0028.

Luckin, R. & Holmes, W. 2017. *A.I. Is the New T.A. in the Classroom.* Recuperado en 4 de enero de 2017, de: https://howwegettonext.com/a-i- is-the-new-t-a-in-the-classroom-dedbe5b99e9e#---0-237. wcmt24rx7

Luckin, R., Cukurova, M., Baines, E., Holmes, W. & Mann, M. 2017. *Solved! Making the case for collaborative problem- solving*, Londres, Nesta. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.nesta. org.uk/report/solved-making-the-case-for-collaborative- problem-solving/

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. 2016. *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Londres, Pearson. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.pearson. com/content/dam/ one-dot-com/one-dot-com/global/ Files/about-pearson/ innovation/open-ideas/Intelligence- Unleashed-v15-Web. pdf

Lupton, D. & Williamson, B. 2017. The datafied child: The dataveillance of children and implications for their rights', *New Media & Society*, Vol. 19, No. 5, pp. 780–794.

Madgavkar, A. et al. 2019. The Future of Women at Work: Transitions in the age of automation. McKinsey Global Institute. Recuperado en 3 de febrero de 2021, de: https:// www.mckinsey.com/ featured-insights/gender-equality/ the-future-of- women-at-work-transitions-in-the-age-of-automation

Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R. & Sanghvi, S. 2017. Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation. McKinsey Global Institute. Recuperado en 3 de febrero de 2021, de: https://www.mckinsey.com/~/ media/ BAB489A30B724BECB5DEDC41E9BB9FAC.ashx

Marcus, G. & Davis, E. 2019. *Rebooting AI: Building artificial intelligence we can trust*. Nueva York, Ballantine Books Inc.

Marsh, J.A., Pane, J.F. & Hamilton, L.S. 2006. Making sense of data-driven decision making in education: Evidence from recent RAND research. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.rand. org/pubs/occasional_papers/ OP170.html

Mavrikis, M. 2015a. *FractionsLab*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: http:// fractionslab.lkl.ac.uk/

Mavrikis, M. 2015b. *ITalk2Learn*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www. italk2learn.com

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. & Shannon, C. E. 2006. A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, Vol. 27, No. 4, pp. 12–14.

McKinney, S. M., Sieniek, M., Godbole, V., Godwin, J., Antropova, N., Ashrafian, H., Back, T., Chesus, M., Corrado, G. C., Darzi, A., Etemadi, M., Garcia-Vicente, F., Gilbert, F. J., Halling-Brown, M., Hassabis, D., Jansen, S., Karthikesalingam, A., Kelly, C. J., King, D., Ledsam, J. R., Melnick, D., Mostofi, H., Peng, L., Reicher, J. J., Romera-Paredes, B., Sidebottom, R., Suleyman, M., Tse, D., Young, K. C., Fauw, J. D. & Shetty, S. 2020. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature*, Vol. 577, No. 7788, pp. 89–94.

Ministerio de Educación, Argentina. 2017. *Aprender Conectados*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.educ.ar/ recursos/150823/ presentacion-plan-aprender-conectados

Ministerio de Educación, República Popular China. 2017. *New ICT Curriculum Standards for Senior High School*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: http://www.moe.gov.cn/ srcsite/A26 /s8001/201801/ t20180115_324647.html

Ministerio de Educación, República Popular China. 2018. *Innovative Action Plan for Artificial Intelligence in Higher Education Institutions*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: http://www.moe.gov. cn/srcsite/A16/ s7062/201804/t20180410_332722.html

Ministerio de Educación y Corporación de Economía Digital de Malasia. 2017. *Digital Maker Playbook*. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://mdec.my/wp-content/ uploads/DMH-Playbook-2021-25Jan2021. pdf

MIT Technology Review and GE Healthcare. 2019. *How artificial intelligence is making health care more human*. Recuperado en 9 de enero de 2020, de: https://www.technologyreview. com/hub/ai-effect/

Mitchell, M. 2019. *Artificial Intelligence: A guide for thinking humans*. Londres, Penguin.

Moravec, H. 1988. Mind Children: *The future of robot and human intelligence*. Boston, MA, Harvard University Press.

Mulgan, G. 2018. Artificial intelligence and collective intelligence: the emergence of a new field. AI & Society, 33, 631–632.

Narayanan, A. 2019. *How to Recognize AI Snake Oil*. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.cs.princeton. edu/~arvindn/talks/ MIT-STS-AI- snakeoil.pdf

Nemorin, S. 2021. Fair-AI. Project Update #6. Preliminary Findings. Recuperado en 4 de febrero de 2021, de: https://www.fair-ai.com/project- update-6

Next. 2000. *Next AI*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.nextcanada.com/ next-ai

O'Neil, C. 2017. Weapons of Math Destruction: *How big data increases inequality and threatens democracy*. Londres, Penguin.

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2019. *Work for a Brighter Future: Global Commission on the Future of Work*. Recuperado en 26 de enero de 2021, de: https://www. ilo.org/wcmsp5/groups/ public/---dgreports/---cabinet/ documents/publication/ wcms_662410.pdf

Organización de las Naciones Unidas. 2015. *La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado en 1 de febrero de 2019, de: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ es/ objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Pareto, L. 2009. Teachable Agents that Learn by Observing Game Playing Behavior, in: Craig, S.D., Dicheva, D. (Eds.), Acta de la AIED 2009. Presentado en la AIED 2009: 14º Conferencia Internacional de Inteligencia Artificial en la Educación, Brighton, pp. 31–40.

Pedro, F., Miguel, S. Rivas, A., & Valverde, P. 2019. *Artificial Intelligence in Education: Challenges and opportunities for sustainable development*. Paris, UNESCO. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://unesdoc.unesco.org/ ark:/48223/pf0000366994

Pennington, M., 2018. Five tools for detecting Algorithmic Bias in AI. Technomancers - LegalTech Blog. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www.technomancers.co.uk/2018/10/13/ five- tools-for-detecting-algorithmic-bias-in-ai/

Pobiner, S. & Murphy, T. 2018. Participatory design in the age of artificial intelligence. Deloitte Insights. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www2.deloitte.com/us/ en/insights/focus/ cognitive-technologies/participatory-design-artificial- intelligence.html

Robinson, A. & Hernandez, K. 2018. Recuperado en 29 de marzo de 2021, de: https://www. edsurge.com/ news/2018-11-15-dear-mr-zuckerberg- students-take-summit-learning-protests-directly-to- facebook-chief

Rummel, N., Mavrikis, M., Wiedmann, M., Loibl, K., Mazziotti, C., Holmes, W. & Hansen, A. 2016. Combining exploratory learning with structured practice to foster conceptual and procedural fractions knowledge. C. K. Looi, J. Polman, U. Cress, & P. Reimann (eds.), *Transforming Learning, Empowering Learners: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2016*. Singapur, International Society of the Learning Sciences, Vol. 1, pp. 58–65.

Russell, S. & Norvig, P. 2016. *Artificial Intelligence: A modern approach*, 3rd edition. Boston, MA, Pearson.

Säuberlich, F. & Nikolić, D. 2018. AI without machine learning. *Teradata Blog*. Recuperado en 22 de diciembre de 2019, de: https://www.teradata. com/Blogs/ AI-without-machine-learning

Schwab, K. 2017. *The Fourth Industrial Revolution*. Nueva York, NY, Crown Publishing.

Searle, J. R. 1980. Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 3, No. 3, pp. 417–424.

Seldon, A. & Abidoye, O. 2018. *The Fourth Education Revolution: Will artificial intelligence liberate or infantilise humanity?* University of Buckingham Press.

Self, J. A. 1974. Student models in computer-aided instruction. *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 6, No. 2, pp. 261–276.

SmartMusic, n.d.. *SmartMusic*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www. smartmusic.com

Smith, A. & Anderson. J., 2014. AI, Robotics, and the Future of Jobs. Pew Research Center. Washington, DC. Recuperado en 1 de febrero de 2021, de: https://www.pewresearch.org/ internet/wp-content/ uploads/sites/9/2014/08/Future-of-AI-Robotics-and-Jobs. pdf

Smith, M. L. & Neupane, S. 2018. Artificial Intelligence and Human Development. Toward a Research Agenda., 0ttawa, International Development Research Centre. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.idrc.ca/en/ stories/artificial-intelligence-and- human-development

Stone, P., Brooks, R., Brynjolfsson, E., Calo, R., Etzioni, O., Hager, G., Hirschberg, J., Kalyanakrishnan, S., Kamar, E., Kraus, S., Leyton-Brown, K., Parkes, D., Press, W., Saxenian, A., Shah, J., Tambe, M. & Teller, A. 2016. *Artificial Intelligence and Life in 2030, A 100 Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015 Study Panel*. Stanford, CA, Stanford University. Recuperado en 1 de febrero de 2019, de: http://ai100.stanford.edu/2016-report

Tencent Research Institute. 2017. Global Artificial Intelligence Talent White Paper. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://www.tisi.org/Public/Uploads/file/20171201/20171201151555_24517. pdf

The Open University. 2018. *OU Analyse*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https:// analyse.kmi.open.ac.uk

Trafton, A. 2020. Artificial intelligence yields new antibiotic. MIT News | Massachusetts Institute of Technology. Recuperado en 28 de diciembre de 2020, de: https://news.mit.edu/2020/ artificial-intelligence-identifies-new-antibiotic-0220

Tuomi, I. 2018. El Impacto de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje, la Enseñanza y la Educación. M. Cabrera, R. Vuorikari, & Y. Punie (eds.), *Policies for the future*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, EUR 29442 EN. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://intef.es/wp-content/uploads/ 2020/02/2019_11_Inteligencia-Artificial_JRC_INTEF.pdf

Turing, A. M. 1950. Computing machinery and intelligence. *Mind*, Vol. 59, No. 236, pp. 433–460.

UNESCO. 2016. Se necesitan unos 69 millones de nuevos docentes para alcanzar los objetivos de educación de 2030. Hoja informativa del IEU, Instituto de Estadística de la UNESCO. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/close_to_69_million_new_teachers_needed_to_reach_2030_educat/

UNESCO. 2019. Marco de competencias de los docentes en materia de TIC. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024

UNESCO. 2019a. Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303

UNESCO. 2019b. El aporte de la inteligencia artificial y las TIC avanzadas a las sociedades del conocimiento: una perspectiva de derechos, apertura, acceso y múltiples actores. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375796

UNESCO. 2020. Documento final: primera versión del proyecto de recomendación sobre la Etica de la Inteligencia Artificial. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/ pf0000373434_spa

UNESCO & Coalición de Competencias EQUALS. 2019. *I'd blush if I could: closing gender divides in digital skills through education*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/ pf0000367416

Unión Europea. 2016. *Reglamento General de Protección de Datos*. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/eu-data-protection-rules_es

Unión Europea. 2018. *Reglamento General de Protección de Datos*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://europa.eu/youreurope/business/dealing-with-customers/data-protection/data-protection-gdpr/index_es.htm

Unión Europea. 2019. *Directrices éticas para una IA fiable*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/d3988569-0434-11ea-8c1f-01aa75ed71a1

Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S. & Santos, J. L. 2013. Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist*, Vol. 57, No. 10, pp. 1500–1509.

Villanueva, C. C. 2003. Education Management Information System (EMIS) and the Formulation of Education for All (EFA) Plan of Action, 2002-2015. UNESCO Almaty Cluster Office and the Ministry of Education of Tajikistan. Recuperado en 22 de febrero de 2021, de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156818

Yixue Group. n.d.. *Squirrel AI Learning*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https:// www.technologyreview.com /2019/08/02/131198/china-squirrel-has-started-a-grand-experiment-in-ai-education-it-could-reshape-how-the/

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. & Gouverneur, F. 2019. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Vol. 16, No. 1, pp. 1–27.

Zheng, N., Liu, Z., Ren, P., Ma, Y., Chen, S., Yu, S., Xue, J., Chen, B., & Wang, F. 2017. Hybrid-augmented intelligence: Collaboration and cognition. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 18(2), 153–179.

Zhixue. n.d.. *Intelligent Learning*. Recuperado en 29 de diciembre de 2020, de: https://www. zhixue.com/login.html

Zhong, Y. X. 2006. A cognitive approach and AI research. *2006 5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics*, Vol. 1, pp. 90-100.

Notas

1 El grupo 'AI for Peace' ha elaborado una guía no técnica más detallada para las personas a cargo de formular políticas: https://www.aiforpeace.org/library

2 Un quintillón equivale a 1.000.000.000.000.000.000.

3 La potencia de cálculo requiere grandes cantidades de energía, con importantes implicancias para el clima mundial.

4 https://www.gehealthcare.com/article/artificial-intelligence-helps-doctors-with-critical-measure¬-ment-during-pregnancy

5 https://ai.googleblog.com/2018/12/improving-effectiveness-of-diabetic.html

6 https://www.nytimes.com/2019/05/20/health/cancer-artificial-intelligence-ct-scans.html

7 Por ejemplo, los investigadores superpusieron una imagen de un panda, que la herramienta de IA reconoció correctamente, con algún sonido aleatorio. La imagen seguía siendo fácilmente reconocible para un humano como un panda, pero la herramienta de IA la identificó como un gibón. Del mismo modo, pegar algunos trozos de papel al azar en una señal de tráfico, como una señal de pare, puede hacer que los vehículos autónomos la identifiquen erróneamente.

8 Un libro fundamental que introduce gran parte de esta complejidad es Russell y Norvig (2016)

9 https://www.mturk.com

10 https://www.ft.com/content/a4b6e13e-675e-11e5-97d0-1456a776a4f5

11 https://thispersondoesnotexist.com

12 https://otter.ai

13 https://www.alibabacloud.com/products/machine-translation

14 https://lens.google.com

15 https://woebothealth.com

16 https://www.affectiva.com

17 https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2019.00076/full

18 https://cs.nyu.edu/faculty/davise/papers/GPT3CompleteTests.html

19 La introducción de chatbots para responder a las consultas bancarias de los clientes sugiere que incluso aquí las cosas están empezando a cambiar (https://www.scmp.com/business/companies/article/2128179/hsbcs-amy-and-other-soon-be-released-ai-chatbots-are-about-change). Sin embargo, la infame tecnología Duplex de Google parece ser ahora menos inteligente de lo que parecía al principio.

20 https://www.apple.com/uk/siri/

21 https://www.digitaltrends.com/home/what-is-amazons-alexa-and-what-can-it-do/

22 https://dueros.baidu.com/en/index.html

23 https://www.gearbest.com/blog/tech-news/huawei-releases-ai-smart-speaker-mini-with-xiaoyi-voice-assistant-in-china-6420

24 https://www.jisc.ac.uk/news/chatbot-talks-up-a-storm-for-bolton-college-26-mar-2019

25 http://genie.deakin.edu.au

26 https://analyse.kmi.open.ac.uk

27 https://www.swiftelearningservices.com/learning-analytics-big-data-in-elearning

28 http://kidaptive.com

29 https://www.unitime.org

30 https://moodle.org

31 https://open.edx.org

32 https://www.khanacademy.org

33 Por ejemplo, el rastreo bayesiano del conocimiento o el análisis de los factores de rendimiento

34 Alef: https://alefeducation.com

35 ALEKS: https://www.aleks.com

36 Byjus: https://byjus.com

37 Mathia: https://www.carnegielearning.com

38 Qubena: https://qubena.com

39 Riiid: https://riiidlabs.ai/

40 Squirrel AI: http://squirrelai.com

41 https://educationcommission.org

42 Watson Tutor: https://www.ibm.com/blogs/watson/2018/06/using-ai-to-close-learning-gap/

43 Ver https://theconversation.com/artificial-intelligence-can-now-emulate-human-behaviors-soon-it-will-be-dangerously-good-114136. Para un primer ejemplo de IA que puede hacer una tarea escolar, ver https://openai.com/blog/better-language-models/#sample6

44 WriteToLearn: https://www.pearsonassessments.com/professional-assessments/products/programs/write-to-learn.html

45 e-Rater: https://www.ets.org/erater/about

46 Turnitin: https://www.turnitin.com

47 Smartmusic: https://www.smartmusic.com

48 AI Teacher: http://aiteacher.100tal.com

49 'Amazing English' utiliza la IA para ayudar a los estudiantes a practicar inglés en voz alta. También ofrece retroalimentación en tiempo real y evaluaciones basadas en la IA. Ver https://www.prnewswire.com/news-releases/xueersi-online-school-releases-dual-teacher-product-offering-more-english-speaking-time-than-one-on-one-teaching-300626008.html

50 Babbel: https://www.babbel.com

51 Duolingo: https://www.duolingo.coml

52 https://elearningindustry.com/telepresence-in-education-future-elearning

53 https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao

54 https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper

55 https://www.youtube.com/watch?v=E_iozVysl5g

56 https://www.blippar.com

57 https://eonreality.com/about-us/eon-reality-education

58 https://edu.google.com/products/vr-ar

59 http://www.neobear.com

60 http://www.vrmonkey.com.br

61 https://thirdspacelearning.com

62 http://slp.bnu.edu.cn

63 https://www.mofaxiao.com/

64 https://tesla-project.eu

65 Libros de contabilidad abiertos y distribuidos, alojados simultáneamente por millones de computadoras en Internet y conectados mediante criptografía, que pueden compartir datos de forma verificable, incorruptible y accesible.

66 Por ejemplo, el Instituto Ada Lovelace (https://www.adalovelaceinstitute.org), AI Ethics Initiative (https://aiethicsinitiative.org), el AI Ethics Lab (http://www.aiethicslab.com), IA Now (https://ainowinstitute.org), DeepMind Ethics and Society (https://deepmind.com/applied/deepmind-ethics-society), y el Oxford Internet Institute (https://www.oii.ox.ac.uk/blog/can-we-teach-morality-to-machines-three-perspectives-on-ethics-for-artificial-intelligence). Ver también Winfield, Alan F. T., y Jirotka, M. 2018. Ethical governance is essential to building trust in robotics and artificial intelligence systems. Phil. Trans. R. Soc. A. 376. Y ver Top 9 ethical issues in artificial intelligence, disponible en: https://www.weforum.org/agenda/2016/10/top-10-ethical-issues-in-artificial-intelligence, Establishing an AI code of ethics will be harder than people think, disponible en: https://www.technologyreview.com/s/612318/establishing-an-ai-code-of-ethics-will-be-harder-than-people-think, y Willson, M. 2018, Raising the ideal child? Algorithms, quantification and prediction. Media, Culture & Society, 5.

67 https://www.brainco.tech y https://www.independent.co.uk/news/world/asia/china-schools-scan-brains-concentra- tion-headbands-children-brainco-focus-a8728951.html)

68 Por ejemplo, ver el XPrize (https://learning.xprize.org).

69 https://digitallibrary.io

70 https://www.changedyslexia.org

71 Por ejemplo, http://www.voiceitt.com, https://www.nuance.com, https://otter.ai y https://kidsense.ai

72 https://blogs.microsoft.com/ai/ai-powered-captioning

73 https://consumer.huawei.com/uk/campaign/storysign/

74 Un ejemplo de robot desarrollado para niños y niñas en el espectro autista es Kaspar (Dautenhahn *et al.*, 2009)

75 Ver, por ejemplo Bughin *et al.*, 2017; Frey and Osborne, 2017; Frontier Economics, 2018; Leopold *et al.*, 2018; Madgavkar *et al.*, 2019; y Manyika *et al.*, 2017.

76 Manpower Group. 2016. Millennial Careers: 2020 Vision-Facts, figures and practical advice from workforce experts. Disponible en https://www.manpowergroup.com/wps/wcm/connect/660ebf65-144c-489e-975c-9f838294c237/MillennialsPaper1_2020Vision_lo.pdf?MOD=AJPERES

77 Ver, por ejemplo: Tencent Research Institute, 2017. 全球 人工智能人才 白皮书)

78 Cursos diseñados para que las personas se familiaricen con el funcionamiento de la IA pueden ser encontrados en https://www.elementsofai.com, https://okai.brown.edu y http://ai-4-all.org.

79 Recursos diseñados para ayudar a los docentes a introducir a sus estudiantes en la IA pueden ser encontrados en http://teachingaifork12.org y https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki

80 http://www.gettingsmart.com/2018/07/coming-this-fall-to-montour-school-district-americas-first-public-school-ai-program

81 https://www.teensinai.com

82 https://www.skillsfuture.sg

83 https://microcompetencies.com

84 https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki (

85 http://teachingaifork12.org

86 https://www.elementsofai.com

87 https://okai.brown.edu

88 http://ai-4-all.org

89 https://www.oecd.ai/dashboards

Manténgase en contacto

UNESCO
7, place de Fontenoy
75352 Paris France

https://es.unesco.org

@UNESCOes

@UNESCO_es

unesco

Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Inteligencia artificial y educación

Guía para las personas a cargo de formular políticas

La inteligencia artificial (IA) se prevé como una nueva herramienta para acelerar el progreso hacia la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4. Las políticas y estrategias para utilizar la IA en la educación son fundamentales para maximizar los beneficios de la IA y mitigar sus posibles riesgos. El punto de partida del proceso de desarrollo de políticas es incentivar que las personas a cargo de formular políticas estén preparadas para la IA.

Esta publicación ofrece orientación a las personas a cargo de formular políticas para que comprendan la IA y respondan tanto a los retos como a las oportunidades que presenta la IA en la educación. En concreto, presenta lo esencial de la IA, como su definición, técnicas, tecnologías, capacidades y limitaciones. También describe las prácticas emergentes y la evaluación beneficio-riesgo de aprovechar la IA para mejorar la educación y el aprendizaje, y para garantizar la inclusión y la equidad, así como el papel recíproco de la educación en la preparación de los seres humanos para vivir y trabajar con la IA.

La publicación resume tres enfoques de las respuestas de políticas a partir de las prácticas existentes: enfoque independiente, enfoque integrado y enfoque temático. Asimismo, propone recomendaciones y ejemplos más detallados para la planificación de políticas de IA y educación, alineadas con las recomendaciones realizadas en el Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación, en 2019.

9 789233 001657

4 EDUCACIÓN DE CALIDAD

Objetivos de Desarrollo Sostenible