

# Currículos de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria

Un mapeo de los currículos de IA aprobados por los gobiernos

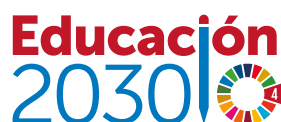
## La UNESCO: líder mundial en educación

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.



Publicado en 2023 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura,  
7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia

© UNESCO 2023



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

Título original: *K-12 AI curricula: a mapping of government-endorsed AI curricula*

Publicado en 2022 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Los términos empleados en este documento 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 español 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 español estuvo a cargo de Ana Laura Martínez Tessore (Cetic.br).

Diseño de la portada: Marie Moncet

Crédito de la portada: Ryzhi/Ryzhi/Shutterstock.com

Icono interior (pp. 56-59): Marie Moncet

Coordinador: Fengchun Miao

Impreso por UNESCO

Impreso en Francia



unesco

# Currículos de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria

Un mapeo de los currículos de IA aprobados por los gobiernos

## Agradecimientos

El informe ha sido elaborado por la Unidad de Tecnología e Inteligencia Artificial en la Educación de la UNESCO, del Equipo para el Futuro del Aprendizaje y la Innovación.

Fengchun Miao, jefe de esta Unidad, conceptualizó y ejecutó la metodología de recolección de datos, diseñó y gestionó las encuestas, y lideró la autoría del informe. Kelly Shiohira, de JET Education Services, colaboró en la recolección de datos, analizó los datos de las encuestas, realizó el mapeo del currículo y redactó el informe.

Se extiende particular agradecimiento a Juan David Plaza Osses y a Iaroslava Kharkova, miembros de esta Unidad, que organizaron la aplicación de las encuestas y las entrevistas con los expertos focales designados por los Estados Miembros, y a sus colegas Glen Hertelendy y Samuel Grimonprez por coordinar la producción del informe.

La UNESCO agradece a los siguientes representantes gubernamentales por sus contribuciones y por el tiempo dedicado a las entrevistas para ofrecer la información más detallada sobre los currículos de IA de sus respectivos países: Noha Alomari, Especialista en TIC en Educación del Departamento de Recursos de Aprendizaje y Currículo del Ministerio de Educación y Educación Superior de Qatar, Peter Bauer, Jefe del Departamento de Informática y Tecnología de Medios de Comunicación de HTBLA Leonding en Austria, Marie-Thérèse Delhoune Inspectora de Educación Secundaria del Servicio de Inspección General de la Federación Valona-Bruselas en Bélgica, Helder Pais, Jefe del Departamento de Desarrollo de Currículos de la Dirección General de Educación del Ministerio de Educación de Portugal, y Zhang Xiong, Profesor de la Escuela de Ciencias e Ingeniería Informática de la Universidad de Beihang en China.

El informe también se ha beneficiado a partir de la información recibida en las entrevistas con las siguientes personas: Shalini Kapoor, Bettina Culter, Anne Forbes Joyeeta Das y Lucy Qu, de IBM; Anshul Sonak y Shweta Khurana, de Intel; Ki-Sang Song, de la Universidad Nacional de Educación de Corea, República de Corea; Alexa Joyce y Simran Jha, de Microsoft; Irene Lee y Cynthia Breazeal, del MIT; Muna Al Ansari, de Kuwait; Laila Mohammend Al Atawy, de Jordania; Mohammed Jumah F. Al-Enazi, de Arabia Saudita; Stefan Badza, de Serbia; Kyungsuk Chang, de la República de Corea; Saffin Mathew, de la India; Marília Neres, de Portugal; Ashutosh Raina, de la India; Ralitsa Voynova, de la República de Bulgaria; Isabelle Sieh, de Alemania; Paula Thompson, de Canadá; Artashes Torosyan, de Armenia; Ralitsa Voynova, de la República de Bulgaria; y Stephan Waba, de Austria.

Se agradece a Patrick Molokwane, de JET Education Services, por el soporte técnico brindado a la investigación.

También corresponde hacer llegar un agradecimiento a Jenny Webster por la corrección de estilo y de pruebas del texto, y a Marie Moncet por el diseño de edición.

Finalmente, la UNESCO desea agradecer al TAL Education Group por el apoyo financiero brindado para poner en marcha el proyecto sobre la IA y los Futuros del Aprendizaje, gracias al cual también ha sido posible elaborar este informe.

# Tabla de Contenidos

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| <b>Agradecimientos .....</b> | <b>2</b> |
|------------------------------|----------|

|                                             |          |
|---------------------------------------------|----------|
| <b>Objetivo y alcance del informe .....</b> | <b>6</b> |
|---------------------------------------------|----------|

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Alcance del mapeo ..... | 6 |
|-------------------------|---|

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| <b>Introducción .....</b> | <b>7</b> |
|---------------------------|----------|

|                                                           |   |
|-----------------------------------------------------------|---|
| Una introducción a los términos y tecnologías de IA ..... | 9 |
|-----------------------------------------------------------|---|

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Inteligencia artificial ..... | 9 |
|-------------------------------|---|

|                      |   |
|----------------------|---|
| Técnicas de IA ..... | 9 |
|----------------------|---|

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Tecnologías de IA ..... | 10 |
|-------------------------|----|

|                |    |
|----------------|----|
| IA ética ..... | 10 |
|----------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Alfabetización en IA ..... | 11 |
|----------------------------|----|

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Conceptos y terminología pedagógicos ..... | 12 |
|--------------------------------------------|----|

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Marcos de referencia existentes sobre currículos de IA ..... | 13 |
|--------------------------------------------------------------|----|

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Alfabetización en IA: competencias y consideraciones de diseño ..... | 13 |
|----------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AI4K12: cinco ideas principales y directrices del currículo de IA para la enseñanza preescolar,<br>primaria y secundaria ..... | 15 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Marco Educativo del Aprendizaje Automático ..... | 17 |
|--------------------------------------------------|----|

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>Metodología .....</b> | <b>20</b> |
|--------------------------|-----------|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Recolección de datos ..... | 20 |
|----------------------------|----|

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Criterios de selección de los currículos de IA aprobados por los gobiernos ..... | 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Lista de currículos de IA aprobados por los Gobiernos ..... | 21 |
|-------------------------------------------------------------|----|

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Limitaciones para el análisis de la encuesta ..... | 23 |
|----------------------------------------------------|----|

|                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Conclusiones clave del análisis de los currículos de IA aprobados por los gobiernos .....</b> | <b>24</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| Desarrollo y aprobación de currículos ..... | 24 |
|---------------------------------------------|----|

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Desarrollo de currículos de IA y mecanismos de aprobación ..... | 24 |
|-----------------------------------------------------------------|----|

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Visión y motivaciones para desarrollar currículos de IA ..... | 25 |
|---------------------------------------------------------------|----|

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Pruebas piloto y evaluación de currículos de IA ..... | 25 |
|-------------------------------------------------------|----|

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Ejemplo: fundamentos y principios del desarrollo curricular en Qatar ..... | 26 |
|----------------------------------------------------------------------------|----|

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Integración y gestión de currículos ..... | 28 |
|-------------------------------------------|----|

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| Asignación de horas de currículo ..... | 29 |
|----------------------------------------|----|

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Condiciones esenciales para apoyar los currículos de IA ..... | 30 |
|---------------------------------------------------------------|----|

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Ejemplo: introducción de la IA por parte del CBSE en la India ..... | 31 |
|---------------------------------------------------------------------|----|

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Contenido del currículo de IA ..... | 33 |
|-------------------------------------|----|

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Principales categorías de contenidos del currículo de IA ..... | 33 |
|----------------------------------------------------------------|----|

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Asignaciones de tiempo para categorías del currículo de IA ..... | 34 |
|------------------------------------------------------------------|----|

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Cobertura de categorías curriculares de IA ..... | 34 |
|--------------------------------------------------|----|

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Ejemplo: contenido curricular de IA en Austria ..... | 39 |
|------------------------------------------------------|----|

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Resultados de aprendizaje de los currículos de IA ..... | 41 |
|---------------------------------------------------------|----|

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Metodología para analizar los resultados de aprendizaje ..... | 41 |
|---------------------------------------------------------------|----|

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Marco de referencia para la categorización de resultados de aprendizaje ..... | 41 |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Mapeo de resultados de aprendizaje por categorías de IA.....                                                                                  | 42 |
| Ejemplo: progresión de los resultados de aprendizaje de IA en la República de Corea.....                                                      | 50 |
| Implementación de currículos.....                                                                                                             | 51 |
| Formación y apoyo a docentes.....                                                                                                             | 51 |
| Herramientas y entornos de aprendizaje .....                                                                                                  | 51 |
| Pedagogías sugeridas.....                                                                                                                     | 53 |
| Ejemplo: implementación del currículo de Ciencias y Tecnologías de la Información en los institutos<br>secundarios superiores, de China ..... | 55 |

## ■ Conclusiones clave y recomendaciones ..... 56

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Desarrollo y aprobación de currículos .....            | 56 |
| Integración y gestión de currículos .....              | 57 |
| Contenido curricular y resultados de aprendizaje ..... | 57 |
| Implementación de currículos .....                     | 58 |

## ■ Consideraciones finales..... 60

### Referencias ..... 61

### Apéndice ..... 64

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Encuesta enviada a los representantes de los Estados Miembros .....         | 64 |
| Mapeo de la UNESCO sobre currículos de IA aprobados por los gobiernos ..... | 64 |
| Información general.....                                                    | 64 |
| Currículo de IA 1.....                                                      | 64 |

## Lista de figuras

|            |                                                                                        |    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.  | Cantidad de currículos de IA por tipo de integración .....                             | 28 |
| Figura 2.  | Asignación de tiempo por año de los currículos de IA.....                              | 29 |
| Figura 3.  | Porcentaje de currículos involucrando a cada nivel educativo.....                      | 30 |
| Figura 4.  | Apoyo a la implementación realizada .....                                              | 31 |
| Figura 5.  | Abordaje temático para la integración interdisciplinaria de la IA en el currículo..... | 32 |
| Figura 6.  | Actores y procedimientos de implementación de la IA.....                               | 32 |
| Figura 7.  | Diagrama de caja de las áreas focales por porcentaje de horas del currículo .....      | 34 |
| Figura 8.  | Asignación del tiempo curricular por área temática.....                                | 35 |
| Figura 9.  | Asignaciones porcentuales para Fundamentos de IA .....                                 | 36 |
| Figura 10. | Asignaciones porcentuales para Ética e impacto social .....                            | 37 |
| Figura 11. | Asignaciones porcentuales para Comprensión, uso y desarrollo de IA .....               | 38 |
| Figura 12. | Asignación porcentual por área temática.....                                           | 40 |
| Figura 13. | Estándares curriculares, República de Corea .....                                      | 50 |
| Figura 14. | Perfil promedio de participación pedagógica .....                                      | 54 |

## Lista de tablas

|           |                                                                                                            |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1.  | Marco de competencias de alfabetización en IA.....                                                         | 14 |
| Tabla 2.  | Conceptos y resultados de aprendizaje de la 'Idea Principal 1: Percepción'.....                            | 16 |
| Tabla 3.  | Marco Educativo del Aprendizaje Automático con resultados de aprendizaje y definiciones .....              | 18 |
| Tabla 4.  | Currículos de IA para la enseñanza básica aprobados e implementados por los gobiernos .....                | 21 |
| Tabla 5.  | Currículos de IA para la enseñanza básica en desarrollo por los gobiernos .....                            | 22 |
| Tabla 6.  | Currículos no gubernamentales de IA incluidos en el estudio como referencia .....                          | 22 |
| Tabla 7.  | Condiciones esenciales para apoyar los currículos de IA .....                                              | 30 |
| Tabla 8.  | Áreas del currículo de IA.....                                                                             | 33 |
| Tabla 9.  | Participación curricular por área temática.....                                                            | 35 |
| Tabla 10. | Participación curricular para la categoría Fundamentos de IA por área temática .....                       | 36 |
| Tabla 11. | Participación curricular para la categoría Ética e impacto social por área temática .....                  | 37 |
| Tabla 12. | Participación curricular para la categoría Comprensión, uso y desarrollo de la IA, por área temática ..... | 39 |
| Tabla 13. | Mapeo de resultados del conocimiento.....                                                                  | 42 |
| Tabla 14. | Mapeo de resultados de habilidades.....                                                                    | 46 |
| Tabla 15. | Mapeo de resultados de valores y actitudes.....                                                            | 49 |
| Tabla 16. | Abordajes y especificaciones pedagógicas sugeridas .....                                                   | 53 |

## Objetivo y alcance del informe

Teniendo en cuenta que la tecnología de la IA representa un nuevo campo para las escuelas de enseñanza primaria y secundaria de todo el mundo, debe considerarse que los gobiernos, escuelas y docentes carecen de conocimientos y experiencias en los cuales basarse para definir las competencias de IA y elaborar sus currículos de IA. Este ejercicio de mapeo analiza los currículos de IA existentes con un enfoque específico en los contenidos curriculares y los resultados del aprendizaje esperados, delinea los mecanismos de desarrollo y validación, la adecuación del currículo, la preparación de herramientas de aprendizaje y los entornos requeridos, las pedagogías sugeridas y la formación docente. Del mencionado análisis se extraen consideraciones clave para orientar el futuro planeamiento de políticas adecuadas, la elaboración de los currículos nacionales o los programas de estudio institucionales y las estrategias de implementación para el desarrollo de competencias de IA.

### Alcance del mapeo

La UNESCO está investigando las prácticas actuales de desarrollo e implementación de currículos de IA en la enseñanza primaria y secundaria desde una perspectiva global. En este estudio, los 'currículos de IA' hacen referencia a programas estructurados de aprendizaje en torno a temas relacionados con la IA que 1) están aprobados por gobiernos nacionales o regionales; y 2) están orientados a estudiantes de educación escolar general desde la enseñanza preescolar hasta el último año de la enseñanza secundaria. Este estudio no abarca los currículos de IA elaborados para instituciones especializadas en educación y formación técnica y profesional (EFTP), instituciones de educación superior u oportunidades de aprendizaje informal.

# Introducción

En los tiempos actuales, una amplia gama de tecnologías de IA se utiliza a nivel internacional, y cada vez se reconoce más su importancia en el ámbito laboral y en lo que respecta a su impacto en la vida cotidiana. Existe un “amplio consenso” en que la IA “afectará a ocupaciones de todos los niveles de remuneración y educación” (Royal Society UK, 2018, citado en el Marco de Ciencias de la Computación de Microsoft, 2021). Un análisis de 2018 realizado por McKinsey concluyó en que, hacia 2030, se espera que el 70% de las empresas a escala mundial haya adoptado al menos un tipo de tecnología de IA. Cabe señalar que su adopción ampliará las brechas existentes entre los países (Bughin et al., 2018a). Actualmente, en Estados Unidos, las máquinas realizan hasta el 30% de las tareas de la fuerza de trabajo (Kelly, 2020). Además de ello, se prevén crecientes desajustes entre las habilidades impartidas en las escuelas e instituciones de EFTP y las que reclama el mercado laboral, todo ello en correlación con las mayores tasas de automatización y de integración de la IA (Bughin et al., 2018b). La pandemia de COVID-19 no ha hecho más que aumentar el ritmo de la automatización, lo que puede provocar que hasta 1 de cada 16 trabajadores<sup>1</sup> requiera de una nueva capacitación hacia el año 2030 y que exista una mayor disminución de la disponibilidad de puestos de trabajo de mediana y baja cualificación (Lund et al., 2021).

El impacto de la tecnología de IA no se limita a la fuerza de trabajo, ya que tiene profundas implicaciones en la cultura, la diversidad, la educación, el conocimiento científico y la comunicación e información, especialmente en lo que respecta a la paz, la sostenibilidad, la igualdad de género y los desafíos específicos de África (COMEST, 2019). Todas estas son áreas de particular interés para los organismos internacionales y nacionales cuyo foco se centra en el desarrollo y la política. Las personas están aumentando sus interacciones con la IA, a sabiendas o ignorándolo. La IA se ha desarrollado al punto de ser capaz de conducir automóviles, automatizar los servicios de atención al cliente, identificar objetivos para las bombas militares, examinar a las personas que pretenden ingresar por los puertos de entrada nacionales, controlar operativos policiales, calificar a los estudiantes, seleccionar ingresantes universitarios y beneficiarios de becas, y tomar decisiones sobre finanzas personales (Engler, 2021; Frantzman y Atherton, 2019; Shiohira, 2021).

Las directrices de política a nivel internacional sugieren que las áreas comunes deben abordarse a través de diferentes enfoques contextualizados, como la promoción del uso inclusivo y equitativo de la IA en la educación, el aprovechamiento de esta en la mejora de la educación y el aprendizaje, el impulso al desarrollo de habilidades laborales y del día a día con presencia de la IA y la protección de datos educativos a efectos de que su uso sea ético, transparente y auditable (UNESCO, 2019a). Sin embargo, en los tiempos actuales, son relativamente pocas las iniciativas que abordan la temática de la IA en el contexto de la enseñanza preescolar, primaria y secundaria, lo cual ha conducido a una reciente recomendación sugiriendo que las personas a cargo de formular políticas deben “ofrecer un entorno de política y espacios curriculares propicios para la exploración de la IA” (Miao et al., 2021, p. 34).

Como integrante destacada de la comunidad internacional y del debate sobre tecnología en la educación, la UNESCO ha liderado un conjunto de importantes iniciativas en el ámbito de la IA en y para la Educación.

En 2015, la *Declaración de Qingdao* (UNESCO, 2015) incluyó un punto en torno a la exploración del potencial del *big data* (datos masivos o macrodatos) para potenciar el aprendizaje a distancia, informar sobre la comprensión del comportamiento de los estudiantes y mejorar la elaboración y la prestación de cursos en línea. La declaración también exhortó a los gobiernos a “desarrollar políticas y sistemas que garanticen un uso seguro, apropiado y ético de los datos, incluyendo la protección de la privacidad y la confidencialidad de la información personal identificable de los estudiantes”.

- El *Consenso de Beijing sobre la Inteligencia Artificial y la Educación* (UNESCO, 2019b) incluye un conjunto de recomendaciones y consideraciones para la aplicación de la IA en la educación. Demostrando una gran atención a la equidad y la inclusión, una de las recomendaciones del Consenso hace foco en garantizar que la IA promueva una educación de alta calidad, así como oportunidades de aprendizaje para todos, independientemente del género, discapacidad, condición social o económica, origen étnico o cultural o localización geográfica.

<sup>1</sup> En este análisis fueron incluidos ocho países: Alemania, China, España, Estados Unidos, Francia, India, Japón y Reino Unido, que representan casi la mitad de la población y el 62% del PIB mundiales.

- Como parte de la *Estrategia de la UNESCO sobre la Innovación Tecnológica en la Educación (2022-2025)*, además de un observatorio y del desarrollo de capacidades, la Organización pretende elaborar instrumentos de estandarización y herramientas normativas, que incluyan directrices y marcos, “para reforzar las competencias digitales (comprensión, habilidades y valores) de docentes y estudiantes, y velar por un uso de las tecnologías basado en los derechos humanos, seguro, ético y significativo en una perspectiva de aprendizaje a lo largo de toda la vida” (UNESCO, 2021a). Los campos de acción transversales son aquellos relacionados con la ampliación del acceso a la educación, en particular para los grupos e individuos marginados, y la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.
- La UNESCO publicó *Inteligencia artificial y educación: guía para las personas a cargo de formular políticas* en abril de 2021, con la meta de impulsar la capacitación en IA entre dicho público (Miao et al., 2021). Este informe brinda orientaciones a sus lectores acerca de la IA, haciendo particular mención de las oportunidades, riesgos, definiciones clave, tendencias, implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje, y explicando de qué modo puede la educación preparar a los estudiantes para la era de la IA. Concluye exponiendo un conjunto de recomendaciones para el planeamiento de políticas locales.
- En octubre de 2021, la UNESCO puso en marcha “*La IA y los futuros del aprendizaje*”<sup>2</sup> un proyecto integrado por tres partes independientes entre sí, pero que se complementan: (1) un informe que propone recomendaciones sobre el aprendizaje del mañana basado en la IA; (2) una guía sobre los principios éticos de la utilización de la IA en la educación; y (3) un marco de orientaciones sobre las competencias en materia de IA por parte de los estudiantes.

Las realidades en el día a día de los usos presentes de la IA y su impacto en el ámbito laboral impulsan la urgencia de crear un consenso internacional sobre aquellas de sus funciones que han recibido aceptación por parte de la sociedad, las consideraciones humanistas esperadas sus etapas de desarrollo e implementación, así como la forma de capacitar a los niños y niñas con las competencias necesarias para desempeñarse con éxito en el mundo actual -no el futuro, sino en el presente-. El Consenso de *Beijing sobre la Inteligencia Artificial y la Educación* (UNESCO, 2019b) solicita a todos los Estados Miembros “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”. El Consenso reafirma un “enfoque humanista” con miras 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”. Para apoyar la implementación del Consenso de Beijing, los días 7 y 8 de diciembre de 2020 la UNESCO albergó al *Foro Internacional sobre la IA y los Futuros de la Educación: Desarrollo de Competencias para la Era de la IA*. Los participantes en este evento consideraron las competencias requeridas por los ciudadanos:



Los ciudadanos del mundo tienen que entender cuál puede ser el impacto de la IA, qué puede hacer y qué no, cuándo es útil y cuándo debe cuestionarse su uso, y cómo podría orientársela en pro del bien público.” (Fuente: Miao y Holmes (2021, p. 6).

El Foro destacó la importancia de las competencias orientadas al ser humano, como la comprensión de la ética de la IA y sus repercusiones sociales, así como de las competencias que hacen foco en la tecnología, como las habilidades y los conocimientos necesarios para utilizar, interpretar y desarrollar la IA. Fueron recomendados abordajes específicos e interdisciplinarios para la IA en educación, incluyendo el aprovechamiento de los currículos de TIC existentes y la integración de los análisis de oportunidades e impactos de la IA en las carreras de Humanidades, Ciencias y Arte (Miao y Holmes, 2021).

Este informe contribuye a la comprensión de la IA en la enseñanza preescolar, primaria y secundaria, haciendo foco en la forma en la cual los estudiantes están siendo preparados para la vida y el trabajo en la era de la IA, brindando un análisis del panorama mundial de los currículos de IA aprobados por los gobiernos para la educación escolar y su elaboración, contenido e implementación. Asimismo, el trabajo pretende informar acerca de la creación de herramientas de apoyo y marcos de referencia, a efectos de hacer posible el desarrollo de un marco orientativo sobre competencias de IA. También constituye una parte del trabajo contemplado en la *Estrategia de la UNESCO sobre la Innovación Tecnológica en la Educación (2022-2025)* (UNESCO, 2021a).

<sup>2</sup> Véase <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/ia-futuros-aprendizaje>

## Una introducción a los términos y tecnologías de IA

Este informe utiliza una serie de conceptos y términos propios de los campos de especialización en IA y en educación. A pesar de la presencia ubicua de la IA en sectores como la comercialización, las finanzas y, de manera creciente, la educación, es posible que algunas personas a cargo de la toma de decisiones y determinados profesionales no estén familiarizados con varios de los términos utilizados en el presente análisis. Del mismo modo, tampoco es seguro que todos los profesionales y personas a cargo de la toma de decisiones relacionadas con la IA conozcan las principales tendencias pedagógicas a las que se hace referencia en los currículos. Por las mencionadas razones, esta sección ofrece una breve introducción a algunas de las tecnologías, términos y pedagogías analizadas a lo largo del texto, con la intención de que los lectores cuenten con una comprensión general de cada concepto principal. En primer lugar, se explican sucesivamente cinco términos correspondientes al ámbito propio de la IA y, a continuación, una sección dedicada a los conceptos pedagógicos examina varios de ellos, tales como la “evaluación basada en competencias”, el “constructivismo”, el “construccionismo” y el “pensamiento de diseño”.

Casi todos estos conceptos y términos han suscitado al menos un determinado grado de debate académico, y cuentan tanto con defensores como con detractores, pero el propósito de este informe no reside en profundizar en puntos de vista controversiales. Esta exploración de conceptos, por otra parte, no debe ser considerada como exhaustiva.

### Inteligencia artificial

El término “inteligencia artificial” fue acuñado en 1956, cuando Marvin Minsky y John McCarthy organizaron el Proyecto de Investigación de Verano de Dartmouth sobre Inteligencia Artificial (COMEST, 2019; Haenlein y Kaplan, 2019). La IA ha ganado popularidad debido al auge del big data y al crecimiento exponencial de la potencia computacional (Haenlein y Kaplan, 2019). La definición de IA ha ido ampliándose y evolucionando a lo largo del tiempo (Miao et al., 2021), y actualmente hace referencia a máquinas que replican determinadas características de la inteligencia humana, como la percepción, el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, la interacción lingüística y el trabajo creativo (COMEST, 2019).

El análisis de este informe divide la IA en dos categorías,

“técnicas de IA” y “tecnologías de IA”. La primera hace referencia a los métodos utilizados para construir diferentes tipos de IA, en tanto que la segunda está vinculada a los campos de estudio y los productos creados por dichas técnicas.

### Técnicas de IA

A continuación se describen brevemente las técnicas de IA incluidas en los currículos analizados en el presente informe:<sup>3</sup>

- La **IA clásica** está basada en reglas y utiliza sentencias condicionales “if-then” (si-entonces) para generar resultados. El razonamiento basado en reglas puede utilizarse en tecnologías como los *chatbots* (por ejemplo, “Si la entrada contiene las palabras ‘qué’, ‘precio’ y ‘?’; entonces devolver el valor del precio del producto indicado”).
- El **aprendizaje automático (AA)** hace referencia a cualquier tipo de programa informático que puede “aprender” sin programación preestablecida, accediendo y procesando grandes cantidades de datos. Lo que se pretende expresar con “aprender” es que el programa puede generar nuevos resultados sin que se le “diga” de una manera establecida cuáles deben ser tales resultados, así como sí sucede en el caso de la IA clásica. El resto de la lista incluye algunas de las numerosas subcategorías del AA.
- El **aprendizaje supervisado** es un tipo de AA que cuenta con la capacidad de autoentrenarse a partir de datos conocidos y etiquetados para generar resultados. Por ejemplo, un **clasificador** es un algoritmo diseñado para asignar una categoría a ciertas cosas (como, “spam” o “no spam”) utilizando datos etiquetados. Los **árboles de decisión** son un tipo de algoritmo de clasificación en el que una serie de “nodos” (puntos de decisión, representados como preguntas) conducen a “ramas”, donde se los resultados son separados en función de las distintas opciones de respuesta. Por ejemplo, en el currículo DAILY del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), que se analizará en profundidad más adelante, los estudiantes crean un árbol de decisión para clasificar diferentes tipos de pasta. Un nodo podría preguntar: “¿Su largo es mayor a diez centímetros?”, con espaguetis, tallarines y otras pastas largas en una rama hasta el siguiente nodo, y macarrones, moños y otras pastas cortas en otra rama.
- En el **aprendizaje no supervisado**, el aprendizaje automático genera resultados en función de la agrupación de similitudes sobre conjuntos de datos desconocidos y no etiquetados.

<sup>3</sup> Las explicaciones que aquí se ofrecen corresponden al estudio de Miao et al. (2021), complementadas con ejemplos y definiciones de los currículos incluidos en este informe, en particular el Currículo DAILY del MIT, el marco curricular AI4K12 y el Desafío de la Juventud de IBM.

- El **aprendizaje por refuerzo** es un tipo de AA continuo capaz de autoentrenarse para maximizar una recompensa (por ejemplo, para entregar como resultado la máxima cantidad de dinero que puede ser generada a partir de una inversión).
- Las **redes neuronales** son algoritmos de AA que replican el modelo cerebral de los animales. Están integradas por capas de entrada, capas ocultas y capas de salida. En las capas ocultas, los datos se procesan en los nodos en función de su valor y de un peso asignado, y solo se permite el paso de aquellos datos que superen un umbral previamente determinado. Los datos filtrados llegan a la capa de salida a través de una o varias capas ocultas. El “aprendizaje” en las redes neuronales se produce a través de la “retropropagación”, un algoritmo que busca minimizar el error practicando un reajuste de los pesos en la o las capas ocultas de los diferentes nodos en función de la corrección e influencia de entrada de cada nodo.
- El **aprendizaje profundo (AP)** hace referencia a redes neuronales con múltiples capas ocultas. Mientras que el AA, en general, se basa en datos estructurados (por ejemplo, seleccionados, etiquetados y organizados en tablas), el AP puede procesar datos no estructurados, como texto e imágenes. Las redes neuronales y/o el aprendizaje profundo se utilizan en el reconocimiento de imágenes y del habla.
- Las **redes generativas antagónicas (RGA)** son un tipo de AA diseñado para generar nuevos contenidos, por ejemplo, imágenes.<sup>4</sup> Una RGA incluye dos redes neuronales profundas. Una de ellas genera contenido, mientras que la otra lo evalúa. Las RGA no funcionan aun particularmente bien con textos.

## Tecnologías de IA

A continuación se describen brevemente las tecnologías de IA incluidas en los currículos analizados en este informe:

- Los **chatbots** son programas informáticos diseñados para simular conversaciones orales y/o escritas.<sup>5</sup>
- La **visión artificial** es el campo de la IA que se ocupa de derivar y utilizar la información obtenida a partir de imágenes y datos visuales. Impulsa productos como colecciones personalizadas de imágenes, automóviles con conducción autónoma y herramientas de control de calidad (para la identificación de defectos) en la manufactura.<sup>6</sup>
- El **Procesamiento Natural del Lenguaje (PNL)** consiste en una combinación entre la informática y la lingüística computacional, un campo interdisciplinario para el

estudio del lenguaje humano, concebido con el fin de crear modelos basados en reglas del habla o del texto que puedan ser utilizados por las computadoras. Esto permite que las computadoras procesen y respondan adecuadamente al lenguaje humano. La tecnología impulsa la traducción informática de un idioma a otro y la capacidad que demuestran tecnologías tales como los navegadores satelitales o los asistentes digitales para responder a órdenes de voz.

- Los **sensores** son dispositivos o sistemas que miden propiedades físicas, como la temperatura o la presión, y transmiten dichos datos a otros dispositivos electrónicos (como el procesador de una computadora). Conforman uno de los métodos de recolección de datos utilizados por la IA. Constituyen una parte fundamental del Internet de las Cosas (IdC), sistemas en los que se llevan a cabo acciones sin intervención humana a partir de los datos obtenidos en función del accionar de diferentes sensores (Mahdavi et al., 2018). Un ejemplo simple de ello es un sistema de riego de IdC que recolecta información de sensores enterrados en el suelo y activa un dispositivo de riego a partir de la información que obtiene.<sup>7</sup>

## IA ética

Como se ha señalado, la IA posee una vasta gama de aplicaciones y numerosos beneficios demostrables. Por ejemplo, brindó información de importancia y emitió alertas tempranas en la pandemia de COVID-19. Sin embargo, el uso de la IA también plantea una serie de consideraciones éticas. Los conjuntos de datos utilizados y las decisiones de los desarrolladores pueden inducir sesgos, lo cual puede dar lugar a actos de carácter discriminatorio. En razón de la existencia de elementos como las capas ocultas de algunos tipos de IA, sus procesos y factores para la toma de decisiones no pueden ser observados, comprobados o corregidos por los humanos, planteando ello problemas de explicabilidad y transparencia. Otros desafíos residen en el equilibrio entre el uso de datos personales y el derecho individual a la privacidad; la seguridad de los datos y la potencial exposición al cibercrimen; y el fortalecimiento de las concepciones previas por parte de los algoritmos de IA en función de los intereses del usuario, lo cual podría limitar la exposición de las personas a las ideas y la información y, según algunos, infringir el derecho individual a la libertad de expresión (UNDESA et al., 2021).

4 Por ejemplo, la tecnología de RGA puede utilizarse para generar imágenes de personas que no existen (véase <https://www.thispersondoesnotexist.com>)

5 Véase, por ejemplo, <https://towardsdatascience.com/building-a-chatbot-with-rasa-3f03ecc5b324>

6 Para más información, ver <https://www.ibm.com/cl-es/topics/computer-vision>

7 Ver, por ejemplo, <https://www.digiteum.com/iot-solutions-agricultural-irrigation-system>

La *Primera Versión del Proyecto de Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial* (UNESCO, 2020) hace notar algunos de los principales desafíos éticos de la IA, destacando sus repercusiones en la toma de decisiones, el empleo y el trabajo, la interacción social, la atención sanitaria, la educación, los medios de comunicación, la libertad de expresión, el acceso a la información, la privacidad, la democracia, la discriminación y la carrera armamentista. La Recomendación sugiere que la IA debería estar supervisada por terceros para garantizar que sea digna de confianza y trabaje en función del bien de la humanidad, los individuos, las sociedades, el entorno natural y sus ecosistemas. EsTableaució diez principios para una IA ética:

1. **Proporcionalidad e inocuidad:** Este principio sugiere que la IA debe tener objetivos y metas legítimos, adecuados al contexto y basados en fundamentos científicos rigurosos.
2. **Seguridad y protección:** El principio indica que la IA no debe causar daños y debe brindar protección contra los riesgos de seguridad a lo largo de todo su ciclo vital.
3. **Equidad y no discriminación:** El ítem hace mención a que los sistemas de IA deben evitar los prejuicios, y que el acceso a ella y a sus beneficios debe compartirse a escala nacional, local e internacional, así como distribuirse de forma equitativa sin preferencia de “sexo; género; idioma; religión; opinión política o de otro tipo; origen nacional, étnico, indígena o social; orientación sexual; identidad de género; patrimonio; cuna; discapacidad; edad; u otra condición”.
4. **Sostenibilidad:** Se hace referencia a que el impacto social, cultural, económico y medioambiental de las tecnologías de IA debe evaluarse continuamente en un marco en el cual los objetivos pueden ser variables.
5. **Privacidad:** Se expresa aquí que los datos para la IA sean recolectados, utilizados, compartidos, almacenados y eliminados de forma tal que se proteja la entidad individual de los titulares de los datos, así como al hecho de que existan “metas legítimas” y una “base legal válida” para el procesamiento de datos personales.
6. **Supervisión y decisión humanas:** El principio versa en torno a que los seres humanos u otras entidades legales son responsables de la IA desde el punto de vista ético y legal.
7. **Transparencia y explicabilidad:** Este principio indica que las personas deben ser conscientes de cuándo las decisiones tienen origen a partir de algoritmos de

IA, y que los individuos y las entidades sociales deben poder solicitar y recibir explicaciones sobre tales decisiones, incluyendo la comprensión de los factores y las tendencias de las decisiones. La **explicabilidad** se extiende aún más: “los resultados y los subprocesos que conducen a ellos deberían ser comprensibles y trazables, apropiados al contexto de utilización”.

8. **Responsabilidad y rendición de cuentas:** Este principio refuerza el de la supervisión y decisión humanas, y sugiere la existencia de mecanismos de evaluación del impacto, de monitoreo y de debida diligencia que aseguren la rendición de cuentas de los sistemas de IA. Asimismo, debe garantizarse la *auditabilidad*.<sup>8</sup>
9. **Sensibilización y alfabetización:** Hace referencia a las responsabilidades de los gobiernos, así como del sector público, el plano académico y la sociedad civil para promover una educación abierta y accesible y otras iniciativas centradas en las intersecciones entre la IA y los derechos humanos, con el fin de garantizar que “todos los miembros de la sociedad puedan adoptar decisiones informadas sobre su utilización de los sistemas de IA y estén protegidos de influencias indebidas”.
10. **Gobernanza y colaboración adaptativas y de múltiples partes interesadas:** Se explica aquí que los Estados deben regular los datos generados dentro de sus territorios o que pasan por ellos; que las partes interesadas de un amplio abanico de organizaciones civiles y de los sectores público y privado deben participar en todo el ciclo de vida de la IA; y que es necesario adoptar medidas que permitan una intervención significativa de los grupos, las comunidades y las personas marginados.

## Alfabetización en IA

El *Synthesis Report of the UNESCO International Forum on AI and the Futures of Education under the theme of Developing Competencies for the AI Era* (Informe de síntesis del Foro Internacional de la UNESCO sobre la Inteligencia Artificial y el Futuro de la Educación, dedicado al tema Desarrollo de Competencias para la Era de la IA) (Miao y Holmes, 2020) señalaba que los ciudadanos de todo el mundo necesitan comprender cuál podría ser el impacto de la IA, qué puede y qué no puede hacer, cuándo es útil, cuándo debería cuestionarse su uso y cómo podría orientarse hacia el bien público. Esto requiere que todas las personas alcancen un cierto nivel de competencia en relación a la IA, lo cual incluye conocimientos, comprensión, habilidades y orientación de valores. Todo

<sup>8</sup> Aunque la *auditabilidad* no se define explícitamente en la recomendación, este término se refiere a la capacidad de terceros para acceder, revisar, supervisar y criticar algoritmos (Jobin et al., 2019).

lo anterior podría denominarse “alfabetización en IA”. La alfabetización en IA comprende tanto la alfabetización en datos, es decir, la capacidad de entender de qué manera la IA recolecta, depura, manipula y analiza los datos, como la alfabetización en algoritmos; o sea, la capacidad de entender de qué modo los algoritmos de IA encuentran patrones y conexiones entre los datos, los cuales podrían ser utilizados para las interacciones hombre-máquina. Esto es apenas un intento de dar un marco al alcance, la estructura y las principales categorías del área emergente de la alfabetización en IA. La expresión se ha utilizado para orientar el estudio presentado en el presente informe.

## Conceptos y terminología pedagógicos

La “educación basada en competencias” (EBC) es un modelo que suele aplicarse en la enseñanza superior y la EFTP, que se está empleando de manera creciente en diversas formas a la enseñanza preescolar, primaria y secundaria. El objetivo de la EBC reside en que la educación realice una transición desde los modelos de tiempo fijo y aprendizaje flexible hacia otros de tiempo flexible y aprendizaje fijo. En los modelos de EBC se espera que los estudiantes demuestren conocimientos aplicados, habilidades y valores contextualizados a través de evaluaciones, y reciban a tal efecto todo el apoyo adicional necesario para que alcancen las metas requeridas (NCLSorg, 2017).

En el núcleo de la EBC se encuentra el concepto de “competencia”, un término que ha evolucionado para describir “la movilización de conocimientos, habilidades, actitudes y valores para la satisfacción de demandas complejas” (OCDE, 2019, p. 5). Las competencias previstas en un currículo suelen expresarse a través de los resultados del aprendizaje, o bien por lo que se espera que los estudiantes sepan, comprendan y sean capaces de hacer al finalizar un curso de estudio (Biggs y Collis, 1982; Cedefop, 2017; Kinta, 2013). La expresión “resultado de aprendizaje” es una modificación del término anterior “objetivo de aprendizaje” que garantiza que el foco de la afirmación esté centrado en las acciones o logros de los estudiantes y no en los de los docentes, y que además se definan utilizando aplicaciones mensurables (López et al., 2015; Sinha, 2020). La relación entre los currículos, los resultados de aprendizaje y la competencia resulta de compleja actualización, pero es teóricamente bastante directa: un currículo describe un conjunto de resultados de aprendizaje previstos,

y las evaluaciones de los estudiantes demuestran su consecución de tales resultados a través de la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes/valores dentro del dominio o disciplina de estudio e, idealmente, en nuevos dominios, lo cual la taxonomía SOLO<sup>9</sup> de Biggs y Collis (1982) denomina “capacidad abstracta extendida”.

Los marcos y currículos analizados para este informe también hacen referencia al constructivismo, al construccionismo, al pensamiento computacional y al pensamiento de diseño.

El “constructivismo” es un vasto conjunto de conceptos pertenecientes al ámbito académico que se aplican a las formas en que el conocimiento es creado o construido (inclusive, algunas veces, construido en conjunto) por los individuos mediante interacciones entre ellos y sus entornos físicos, culturales e institucionales o sistémicos (Taber, 2016). Los tipos de constructivismo empleados con habitualidad en la educación están fundamentados en gran medida en la obra de Piaget (1972), que esboza una teoría en torno a los tipos y formas de aprendizaje que resultan y no resultan accesibles a los niños y niñas en las distintas etapas de desarrollo: por ejemplo, la aplicación concreta precedería a la abstracción.

Un concepto relacionado es el “construccionismo”, la filosofía según la cual los estudiantes aprenden mejor aplicando los conocimientos a proyectos que despiertan un interés personal en ellos (Papert y Harel, 1991). El construccionismo es especialmente aplicable a los currículos digitales debido a sus orígenes en los ámbitos de las TIC y las Matemáticas y su preocupación por las formas en que se genera significado a través del proceso de interacción, manipulación y variación de los artefactos digitales (Kynigos, 2015). Aunque los constructivistas y los construccionistas tienen una base común, estos últimos desafían las jerarquías del conocimiento establecidas por Piaget (1972), generando un debate en torno a la posibilidad de que los estudiantes pueden comprometerse productivamente con conceptos más complejos a edades más tempranas a través del uso de medios digitales y métodos como la programación por bloques (Papert, 1996).

El pensamiento computacional, o el conjunto de procesos mentales y físicos realizados para construir una solución digital a un problema (identificarlo, descomponerlo en partes, construir e integrar soluciones, y probarlas y refinarlas), fue concebido para aplicarse a una

<sup>9</sup> SOLO son las siglas en inglés de ‘structure of observed learning outcome’, o estructura del resultado de aprendizaje observado.

serie de disciplinas más allá de la informática (Lodi y Martini, 2021). Las cuatro “partes” esTableaucidas del pensamiento computacional son llamadas habitualmente: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmos (Kush, 2019). Lee et al. (2011) estudiaron una serie de iniciativas de pensamiento computacional para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria, y determinaron que, en efecto, sus procesos podían ser aplicados por estudiantes de orígenes demográficos diversos. Además, propusieron un modelo progresivo de aprendizaje consistente en “uso-modificación-creación” para abordar el pensamiento computacional, y destacaron que los docentes con las habilidades, las cuestiones de desarrollo y la tecnología adecuada, constituían mecanismos de apoyo fundamentales.

Una última herramienta presente en el marco de algunos de los currículos incluidos en este estudio es el “pensamiento de diseño”. Se lo define como “un proceso analítico y creativo que compromete a una persona en oportunidades de experimentar, crear y concebir prototipos de modelos, recabar opiniones y rediseñar” (Razzouk y Shute, 2012). Desarrollado originalmente para áreas tales como la arqueología, la mercadotecnia y la economía (Buchanan, 1992), el pensamiento de diseño comenzó a surgir en el ámbito informático a principios de la década de 1990, cuando se lo aplicó como metodología orientada al consumidor, con el objeto de diseñar productos o modelos de negocio innovadores, en particular aquellos que involucraran tecnología (Hobcraft, 2017). El proceso del pensamiento de diseño incluye esTableaucer empatía (por ejemplo, con los consumidores), definir el planteamiento de un problema, generar ideas para solucionarlos y, a continuación, crear prototipos y realizar pruebas en un ciclo de diseño iterativo hasta lograr una innovación deseable (Instituto de Diseño Hasso Plattner, 2010). En las escuelas, el pensamiento de diseño puede ofrecer un procedimiento claro para responder a la necesidad de actividades y competencias digitales e interdisciplinarias.

## Marcos de referencia existentes sobre currículos de IA

Existen algunas iniciativas recientes para mapear o crear marcos curriculares de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria. Entre ellas pueden destacarse tres que se detallan en la presente sección: Alfabetización en IA: Competencias y Consideraciones de Diseño, el AI4K12:

Directrices de IA para la Enseñanza Preescolar, Primaria y Secundaria,<sup>10</sup> y el Marco Educativo sobre Aprendizaje Automático. No se trata de una lista exhaustiva, dado que varias ONG, organizaciones del sector industrial y del mundo académico y/o particulares, han desarrollado marcos curriculares de IA para apoyar sus propios programas y emprendimientos. Algunos de estos marcos son utilizados por gobiernos, como el Marco de Ciencias de la Computación de Microsoft, y se incluyen en el mapeo de resultados de aprendizaje que se revisa más adelante en el informe. Los tres marcos tratados en esta sección fueron elaborados con el objetivo principal de informar sobre el desarrollo de currículos de IA por parte de un conjunto de asociados y no están vinculados a productos o cursos en particular.

### Alfabetización en IA: competencias y consideraciones de diseño

Long y Magerko (2020) presentan una serie de competencias y consideraciones de diseño para la alfabetización en IA basadas en un estudio de revisión de la literatura sobre la investigación existente que buscaba determinar los temas emergentes en 1) aquello que los expertos en IA consideran que el público en general debería saber, y 2) las percepciones comunes y los conceptos erróneos habituales entre los estudiantes.

El estudio reveló 17 competencias y 13 consideraciones de diseño. Las descripciones indican que, para esta propuesta, las competencias se sitúan universalmente en los niveles inferiores de una taxonomía del conocimiento, limitándose en gran medida a comprender, describir e identificar. Las competencias propuestas por Long y Magerko se resumen en la **Tabla 1**.

<sup>10</sup> Véase <https://ai4k12.org>

Tabla 1. Marco de competencias de alfabetización en IA

| Competencia                             | Descripción / resultados del aprendizaje                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Reconocer la IA                      | Distinguir entre artefactos tecnológicos que utilizan o no utilizan IA.                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. Comprender la inteligencia           | Analizar y debatir de forma crítica las características que hacen a un ente “inteligente”. Debatir sobre diferencias entre la inteligencia humana, animal y de las máquinas.                                                                                                                                   |
| 3. Interdisciplinariedad                | Reconocer que existen varias formas de concebir y desarrollar máquinas “inteligentes”. Identificar una variedad de tecnologías que utilizan IA, incluida la tecnología que comprende los sistemas cognitivos, la robótica y el AA.                                                                             |
| 4. IA general versus IA débil           | Distinguir entre IA general y débil.                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5. Debilidades y fortalezas de la IA    | Identificar los tipos de problemas en los que destaca o no la IA. Determinar cuándo es apropiado utilizar IA y cuándo aprovechar las habilidades humanas.                                                                                                                                                      |
| 6. Imaginar la IA del futuro            | Imaginar posibles aplicaciones futuras de la IA y considerar los efectos de dichas aplicaciones para con el mundo.                                                                                                                                                                                             |
| 7. Representaciones                     | Comprender qué es una representación del conocimiento y describir algunos ejemplos.                                                                                                                                                                                                                            |
| 8. Toma de decisiones                   | Reconocer y describir ejemplos de cómo razonan y toman decisiones las computadoras.                                                                                                                                                                                                                            |
| 9. Pasos del AA                         | Comprender los pasos involucrados en el aprendizaje automático y las prácticas y desafíos que conlleva cada paso.                                                                                                                                                                                              |
| 10. El rol humano en la IA              | Reconocer que los humanos desempeñan un papel importante en la programación, la elección de modelos y el ajuste preciso de los sistemas de IA.                                                                                                                                                                 |
| 11. Alfabetización en datos             | Comprender los conceptos básicos de la alfabetización en datos.                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12. Aprender de los datos               | Reconocer que las computadoras frecuentemente aprenden de los datos (incluidos los datos propios).                                                                                                                                                                                                             |
| 13. Interpretación crítica de los datos | Comprender que los datos requieren de interpretación. Describir de qué modo los ejemplos de instrucción incluidos en un conjunto inicial pueden afectar los resultados de un algoritmo.                                                                                                                        |
| 14. Acción y reacción                   | Comprender que algunos sistemas de IA cuentan con la capacidad de actuar físicamente en el mundo. Esta acción puede estar orientada por un razonamiento de alto nivel (como caminar a lo largo de una ruta planificada) o por impulsos reactivos (como saltar hacia atrás para evitar un obstáculo detectado). |
| 15. Sensores                            | Comprender qué son los sensores, entendiendo que las computadoras perciben el mundo a través de ellos. Identificar sensores en diversos dispositivos. Reconocer que diferentes sensores soportan distintos tipos de representación y razonamiento respecto del mundo.                                          |
| 16. Ética                               | Identificar y describir diferentes perspectivas sobre las cuestiones éticas clave en torno a la IA: privacidad, empleo, desinformación, “singularidad”, <sup>11</sup> toma de decisiones, diversidad, parcialidad, transparencia y responsabilidad.                                                            |
| 17. Programabilidad                     | Comprender que los agentes son programables.                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Fuente: Long y Magerko, 2020

Las consideraciones de diseño propuestas por Long y Magerko (2020) se enfocan en métodos pedagógicos y de aprendizaje, pero también en elementos sociales e interpersonales. En general, destacan el aprendizaje experiencial y el material relevante, la apreciación de las exigencias cognitivas y la teoría del desarrollo infantil, así como el posicionamiento de la IA en los contextos estudiantiles. Las 15 consideraciones de diseño específicas que presentan los investigadores son:

1. **Explicabilidad:** Incluir visualizaciones gráficas, simulaciones, explicaciones de los procesos decisorios de los agentes o demostraciones interactivas para ayudar a los estudiantes a comprender la IA.
2. **Interacciones personificadas:** Diseñar intervenciones en las que las personas puedan actuar como el agente

o seguir su accionar, como forma de darle sentido al proceso racional del agente. Esto puede implicar simulaciones personificadas de algoritmos y/o experimentación física práctica con tecnología de IA.

3. **Contextualización de los datos:** Animar a los estudiantes a investigar quién creó el conjunto de datos, cómo fueron recolectados y cuáles son sus limitaciones. Esto puede implicar elegir conjuntos de datos relevantes para los estudiantes, de baja dimensionalidad y “desordenados” (es decir, que no estén depurados ni ordenados por categorías).
4. **Promover la transparencia:** Promover la transparencia en todos los aspectos del diseño de la IA (es decir, eliminar las “funciones de caja negra”, compartir las intenciones del creador y sus fuentes de financiamiento/datos, etc.).

<sup>11</sup> Describe el punto en el que la IA se vuelve más inteligente que los humanos, y puede ir acompañada de la preocupación de que la misma dañe intencionadamente a los humanos.

5. **Revelar gradualmente:** Para evitar la sobrecarga cognitiva, dar a los usuarios la opción de investigar y aprender acerca de los diferentes componentes del sistema; explicar apenas unos pocos componentes por vez; o hacer uso de una estructura que se disipe a medida que el usuario aprende más sobre las operaciones del sistema.
6. **Oportunidades para programar:** Ofrecer a los usuarios la posibilidad de programar y/o enseñar a los agentes de IA. Mantener al mínimo los prerrequisitos de codificación centrándose en elementos visuales/ auditivos y/o incorporando estrategias como los problemas de Parsons y códigos del tipo “completar los espacios en blanco”.
7. **Hitos:** Considerar de qué modo se ven afectadas las percepciones de la IA por los hitos del desarrollo (tal como ocurre con el progreso de la teoría de la mente), la edad y la experiencia previa con la tecnología.
8. **Pensamiento crítico:** Estimular a los estudiantes a que se conviertan en consumidores críticos de las tecnologías de IA cuestionando la inteligencia y la confiabilidad de sus aplicaciones.
9. **Identidades, valores y antecedentes:** Considerar de qué modo las identidades, los valores y los antecedentes de los estudiantes afectan su interés e ideas preconcebidas acerca de la IA. Las intervenciones de aprendizaje que incorporan la identidad personal o los valores culturales pueden impulsar su interés y motivación.
10. **Soporte parental:** Al diseñar para las familias, se debe brindar soporte a los padres para organizar las experiencias de aprendizaje de IA de sus hijos.
11. **Interacción social:** Diseñar experiencias de aprendizaje de IA que impulsen la interacción social y la colaboración.
12. **Aprovechar los intereses de los estudiantes:** Explorar temas de actualidad, experiencias cotidianas o pasatiempos comunes como juegos o música al diseñar intervenciones de alfabetización en IA.
13. **Reconocer las ideas preconcebidas:** Considerar el hecho de que los estudiantes pueden tener ideas preconcebidas politizadas o sensacionalistas respecto de la IA difundidas por los medios de comunicación populares, y evaluar de qué modo respetar, abordar y profundizar en estas ideas en las intervenciones de aprendizaje.
14. **Nuevas perspectivas:** Presentar perspectivas que no estén en la consideración de los medios populares (como los subcampos de la IA menos difundidos, y debates imparciales sobre los peligros y beneficios de la IA).

15. **Baja vara de entrada:** Considerar la forma de comunicar conceptos de IA a los estudiantes que no cuentan con una amplia formación en Matemáticas o Informática (por ejemplo, reduciendo los conocimientos/habilidades previos, relacionando la IA con los conocimientos existentes y abordando las inseguridades de los estudiantes respecto de su propia capacidad).

## AI4K12: Cinco ideas principales y directrices del currículo de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria

La Iniciativa AI4K12 fue lanzada por la Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI, o Asociación para el Avance de la Inteligencia Artificial), la Computer Science Teachers Association (CSTA, o Asociación de Docentes de Ciencias de la Computación) y AI4All en 2018 como un grupo de trabajo conjunto procurando desarrollar directrices nacionales para enseñar IA a los estudiantes de enseñanza preescolar, primaria y secundaria (AAAI, 2018).

Este grupo reunió a académicos, investigadores y docentes para trabajar en la consecución de un marco integral de IA basado en “cinco ideas principales en inteligencia”: 1) Las computadoras perciben el mundo a través de sensores; 2) Los agentes crean representaciones del mundo y las utilizan para razonar; 3) Las computadoras pueden aprender de los datos; 4) Son muchos los tipos de conocimiento requeridos por los agentes inteligentes para interactuar naturalmente con humanos; y de suma relevancia, 5) La inteligencia artificial puede tener un impacto tanto positivo como negativo para la sociedad. A la fecha, el póster de “Las Cinco Ideas Principales en Inteligencia Artificial” se ha traducido a 15 idiomas,<sup>12</sup> y ha servido, al menos en parte, como base para la elaboración de currículos en múltiples contextos, entre ellos, varios de los investigados para el presente estudio.

El grupo de trabajo se reunió para desglosar cada una de estas ideas en un marco curricular dividido en cuatro partes, para los niveles preescolar al 2º año (K-2), 3º al 5º año (3-5), 6º al 8º año (6-8) y 9º al 12º año (9-12). A la fecha, se han redactado directrices curriculares para las tres primeras “ideas principales”, que están disponibles para el público.<sup>13</sup>

En las directrices, cada “idea principal” se subdivide en conceptos de aprendizaje, que a su vez se desdoblaron en componentes conceptuales. Por ejemplo, los conceptos de aprendizaje, los componentes conceptuales y los resultados de aprendizaje asociados de la “Idea Principal 1: Percepción” se reproducen en la **Tabla 2**.

12 Véase [https://ai4k12.org/wp-content/uploads/2021/01/AI4K12\\_Five\\_Big\\_Ideas\\_Poster\\_Spanish.pdf](https://ai4k12.org/wp-content/uploads/2021/01/AI4K12_Five_Big_Ideas_Poster_Spanish.pdf)

13 Véase <https://ai4k12.org/gradeband-progression-charts>

Tabla 2. Conceptos y resultados de aprendizaje de la “Idea Principal 1: Percepción”

| Conceptos de aprendizaje | Componentes conceptuales                        | Progresión de los resultados de aprendizaje |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Detección                | Seres vivos                                     | Preescolar-2:                               | Identificar los sentidos y los órganos sensoriales humanos.                                                                                                                                                                                     |
|                          |                                                 | 3-5:                                        | Comparar la percepción humana con la animal.                                                                                                                                                                                                    |
|                          |                                                 | 6-8:                                        | Dar ejemplos sobre de qué modo los humanos combinan información a partir de múltiples modalidades.                                                                                                                                              |
|                          |                                                 | 9-12:                                       | N/A                                                                                                                                                                                                                                             |
|                          | Sensores informáticos                           | Preescolar-2:                               | Ubicar e identificar sensores (cámara, micrófono) en computadoras, teléfonos, robots y otros dispositivos.                                                                                                                                      |
|                          |                                                 | 3-5:                                        | Explicar en qué se diferencian los sensores de las computadoras de los sensores humanos.                                                                                                                                                        |
|                          |                                                 | 6-8:                                        | Dar ejemplos sobre de qué modo los agentes inteligentes combinan la información de múltiples sensores.                                                                                                                                          |
|                          |                                                 | 9-12:                                       | Describir las limitaciones y ventajas de los distintos tipos de sensores informáticos.                                                                                                                                                          |
|                          | Codificación digital                            | Preescolar-2:                               | N/A                                                                                                                                                                                                                                             |
|                          |                                                 | 3-5:                                        | Explicar de qué modo se representan digitalmente las imágenes en una computadora.                                                                                                                                                               |
|                          |                                                 | 6-8:                                        | Explicar de qué modo se representan digitalmente los sonidos en una computadora.                                                                                                                                                                |
|                          |                                                 | 9-12:                                       | Explicar de qué modo se representan los datos de radar, lidar, GPS y acelerómetro.                                                                                                                                                              |
| Procesamiento            | Detección vs percepción                         | Preescolar-2:                               | Dar ejemplos de máquinas inteligentes y no inteligentes y debatir qué hace que una máquina sea inteligente.                                                                                                                                     |
|                          |                                                 | 3-5:                                        | Utilizar una herramienta de <i>software</i> , como una transcripción de voz o una demostración de reconocimiento visual de objetos para mostrar la percepción de una máquina, y explicar por qué se trata de percepción y no de mera detección. |
|                          |                                                 | 6-8:                                        | Dar ejemplos de distintos tipos de percepción informática que puedan extraer significado de señales sensoriales.                                                                                                                                |
|                          |                                                 | 9-12:                                       | Explicar los algoritmos de percepción y de qué modo se utilizan en aplicaciones reales.                                                                                                                                                         |
|                          | Extracción de características                   | Preescolar-2:                               | Dar ejemplos de las características que uno buscaría si quisiera reconocer una determinada clase de objetos o entidades (por ejemplo, gatos) en una imagen.                                                                                     |
|                          |                                                 | 3-5:                                        | Ilustrar de qué modo funciona la detección de caras mediante la extracción de rasgos faciales.                                                                                                                                                  |
|                          |                                                 | 6-8:                                        | Ilustrar el concepto de extracción de características de imágenes simulando un detector de bordes.                                                                                                                                              |
|                          |                                                 | 9-12:                                       | Explicar de qué modo se extraen características de formas de onda e imágenes.                                                                                                                                                                   |
|                          | Flujo de procesamiento de abstracción: lenguaje | Preescolar-2:                               | Describir los diferentes sonidos que componen la lengua hablada y, para cada sonido vocálico, dar una palabra que contenga ese sonido.                                                                                                          |
|                          |                                                 | 3-5:                                        | Ilustrar de qué modo pueden reconocerse secuencias de sonidos como palabras candidatas, aunque algunos sonidos no sean claros.                                                                                                                  |
|                          |                                                 | 6-8:                                        | Ilustrar de qué modo las secuencias de palabras pueden reconocerse como frases, incluso si algunas de las palabras no son claras.                                                                                                               |
|                          |                                                 | 9-12:                                       | Ilustrar la jerarquía de abstracción para la comprensión del habla, desde las formas de onda hasta las frases.                                                                                                                                  |
|                          | Flujo de procesamiento de abstracción: visión   | Preescolar-2:                               | Demostrar la división figura/fondo identificando las figuras en primer plano y el fondo de una imagen.                                                                                                                                          |
|                          |                                                 | 3-5:                                        | Ilustrar de qué modo los contornos de objetos parcialmente ocluidos (bloqueados) en una imagen difieren de las formas completas de los objetos.                                                                                                 |
|                          |                                                 | 6-8:                                        | Describir de qué modo se pueden componer los detectores de bordes para formar detectores de características más complejos, por ejemplo, para letras o formas.                                                                                   |
|                          |                                                 | 9-12:                                       | Demostrar de qué modo el razonamiento perceptivo a un nivel superior de abstracción se basa en niveles anteriores e inferiores de abstracción.                                                                                                  |

| Conceptos de aprendizaje | Componentes conceptuales         | Progresión de los resultados de aprendizaje |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conocimiento de dominio  | Tipos de conocimiento de dominio | Preescolar-2:                               | Describir algunas cosas que un agente inteligente debe “saber” para dar sentido a una pregunta.                                                                                                                                                  |
|                          |                                  | 3-5:                                        | Demostrar de qué modo un sistema de conversión de texto a voz puede resolver la ambigüedad utilizando el contexto y cómo aumenta la tasa de error con entradas no gramaticales.                                                                  |
|                          |                                  | 6-8:                                        | Clasificar una imagen determinada y describir los tipos de conocimientos que necesitaría una computadora para comprender escenas de ese tipo.                                                                                                    |
|                          |                                  | 9-12:                                       | Analizar uno o varios conjuntos de datos de imágenes en línea. Describir la información que proporcionan los conjuntos de datos y de qué modo se puede utilizar para extraer conocimientos de dominio para un sistema de visión por computadora. |
|                          | Inclusión                        | Preescolar-2:                               | Discutir por qué los agentes inteligentes necesitan entender otros idiomas.                                                                                                                                                                      |
|                          |                                  | 3-5:                                        | Discutir de qué modo el conocimiento de dominio debe ser suficientemente amplio para todos los grupos para los cuales está destinada una aplicación.                                                                                             |
|                          |                                  | 6-8:                                        | Describir de qué modo un sistema de visión puede mostrar sesgos culturales si carece de conocimientos sobre elementos que no se encuentran en la cultura de quienes lo crearon.                                                                  |
|                          |                                  | 9-12:                                       | Describir algunas de las dificultades técnicas para que los sistemas de percepción por computadora funcionen bien para grupos diversos.                                                                                                          |

Fuente: AI4K12 (2020)

Cada idea principal se descompone de manera similar, con un itinerario concreto de resultados de aprendizaje desde los primeros cursos de primaria hasta los últimos de educación secundaria. Además de estos resultados, las directrices del currículo ofrecen ejemplos de los “conocimientos duraderos” que se espera que los estudiantes retengan, por ejemplo: “Los sonidos se codifican digitalmente mediante el muestreo de la forma de onda en puntos discretos (normalmente varios miles de muestras por segundo), lo que da lugar a una serie de números” o “La jerarquía del lenguaje hablado es: formas de onda ➡ gestos articulatorios ➡ sonidos ➡ morfemas ➡ palabras ➡ frases ➡ oraciones”. A veces, los resultados del aprendizaje y los conocimientos duraderos se descomponen más, como en este segundo ejemplo: “Para pasar de señales sonoras confusas y ambiguas a significados es necesario reconocer la estructura y aplicar conocimientos de dominio en múltiples niveles de abstracción”. Un ejemplo clásico: las frases *How to recognize speech* (Cómo reconocer el habla) y *How to wreck a nice beach* (Cómo destrozar una playa bonita) son prácticamente idénticas a nivel de forma de onda sonora.

Ocasionalmente, pueden proponerse actividades. Por ejemplo, para explicar los árboles de decisión en el nivel 3-5, se recomiendan el juego de “adivinar el animal”, la resolución de problemas y la actividad “Pasta Land (Tierra de Pastas)”.

Las ideas principales se refuerzan mutuamente. Por ejemplo, la “Idea Principal 3” aprovecha los conocimientos de los componentes de detección para hacer posible un debate sobre las diferencias en la forma de aprender de las personas y las computadoras. Asimismo, construye sobre

el conocimiento de los componentes de procesamiento para enseñar a los estudiantes a etiquetar un conjunto de datos a fin de que sean aptos para el aprendizaje automático, capacitarse sobre clasificadores e involucrar conceptos de IA tales como árboles de decisión, redes neuronales, aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje de refuerzo.

## Marco Educativo del Aprendizaje Automático

Si bien en ningún momento menciona la educación basada en competencias, el Marco Educativo del Aprendizaje Automático (Lao, 2020) respeta el reconocido marco EBC de conocimientos, destrezas y actitudes (que en otros contextos han incluido elementos como habilidades y/o valores) (Brewer y Comyn, 2015; CANTA, 2014; Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2006). En el pasado, la EBC recibió ciertas críticas debido a su falta de atención en torno al significado de la tarea por parte de los estudiantes, y por una visión reduccionista de la competencia que, aunque firmemente arraigada en el contexto del rendimiento, demuestra menor sensibilidad a los factores individuales tales como la experiencia previa y la flexibilidad para aprovechar recursos externos, como lo es el conocimiento de los compañeros (Rutayuga, 2014). Sin embargo, la integración gradual de teorías como el constructivismo y el aprendizaje experiencial (Brunner, 1990; Kolb, 2015; Piaget, 1972; Williams, 2017) ha dado lugar a un marco basado en competencias centrado en “la cabeza, el corazón y las manos”, en el que la “cabeza” representa el dominio cognitivo (lo que se sabe sobre el tópico), el “corazón” representa el dominio afectivo (por qué el tópico es importante) y las “manos” representan

el dominio psicomotor (lo que se puede hacer con el tópic) (Gazibara, 2013; Singleton, 2015; Sipos et al., 2008). Esta integración también ha ampliado el concepto de competencia para que considere a las habilidades sociales y emocionales (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2006; Mulder, 2007).

Además, Lao (2020) se basa en:

- teorías del construccionismo, o la idea de que el aprendizaje mejora cuando se practica a través de la construcción de un elemento que tiene un significado personal para los estudiantes;
- el pensamiento computacional, una reformulación propuesta de conceptos de competencia conocidos para aplicarlos efectivamente en el mundo de la programación: *conceptos técnicos, prácticas de programación y perspectivas* respecto de las relaciones de la persona con la tecnología;
- un modelo para entender los resultados de aprendizaje de las lecciones de pensamiento computacional, dividido en abstracción, que es la capacidad de aplicar conceptos

a nuevos casos de uso; automatización, que consiste en la utilización de una computadora para aumentar la eficiencia al realizar tareas reiterativas; y análisis, que constituye la reflexión sobre los supuestos y métodos de implementación de un estudiante (Lee et al., 2011).

- Usar-Modificar-Crear (UMC), una progresión gradual empleada con frecuencia en las lecciones de pensamiento computacional, en la cual los estudiantes se involucran inicialmente con el software existente, y luego lo modifican para adaptarlo a nuevas necesidades para, por fin, construir un nuevo software (Lee et al., 2011).

El Marco Educativo del Aprendizaje Automático (presentado en la **Tabla 3**) consta de seis “cursos mínimamente obligatorios para personas interesadas en el aprendizaje automático”, y está dirigido a un público de “desarrolladores aficionados/consumidores” (Lao, 2020, p. 61). En su marco, Lao argumenta que la comprensión de los prejuicios y las implicaciones sociales de la IA constituyen requisitos fundamentales para todas las competencias.

**Tabla 3. Marco Educativo del Aprendizaje Automático con resultados de aprendizaje y definiciones**

| Conocimiento                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Conocimientos generales de AA*                           | Saber qué es (y qué no es) el aprendizaje automático. Comprender integralmente el proceso de creación de sistemas de AA.                                                                                                                                                                                        |
| 2. Conocimiento de los métodos de AA                        | Identificar cuándo utilizar un conjunto de métodos de AA en toda la amplitud del campo (por ejemplo, el algoritmo de k vecinos más cercanos, árboles de clasificación y regresión (CART) o árboles de decisión, redes neuronales, métodos de conjunto). Comprender de qué modo funcionan los distintos métodos. |
| 3. Parcialidad en los sistemas de AA*                       | Comprender que los sistemas pueden no ser imparciales, y cuáles son los distintos niveles y formas en que puede introducirse la parcialidad.                                                                                                                                                                    |
| 4. Implicaciones sociales de la IA*                         | Comprender que los sistemas de AA pueden tener impactos positivos y negativos. Considerar las implicaciones éticas, culturales y sociales de lo que estos sistemas son capaces de hacer.                                                                                                                        |
| Habilidades                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1. Alcance del problema del AA                              | Determinar cuáles problemas pueden y deben resolverse haciendo uso del AA.                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2. Planificación de proyectos de AA                         | Planificar una solución que tenga en cuenta consideraciones tanto técnicas como contextuales.                                                                                                                                                                                                                   |
| 3. Creación de artefactos de AA                             | Utilizar herramientas para crear artefactos adecuados.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4. Análisis de interacciones y resultados del diseño de AA* | Describir las intenciones explícitas e implícitas del diseño de un sistema de AA. Analizar críticamente las intenciones en relación con la forma en que puede y debe utilizarse el sistema.                                                                                                                     |
| 5. Defensa del AA*                                          | Debatir de manera crítica las políticas, los productos y la educación en materia de AA.                                                                                                                                                                                                                         |
| 6. Aprendizaje autónomo fuera de clase                      | Los estudiantes buscan experiencias de aprendizaje fuera del aula.                                                                                                                                                                                                                                              |
| Actitudes                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1. Interés                                                  | Los estudiantes están comprometidos y motivados para estudiar el tema.                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2. Identidad y comunidad                                    | Los estudiantes contribuyen con y aprenden de una comunidad de compañeros y/o comunidades en línea más amplias que muestran un interés explícito en el AA.                                                                                                                                                      |
| 3. Autoeficacia                                             | Los estudiantes están capacitados para construir cosas nuevas y significativas.                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4. Persistencia                                             | Los estudiantes continúan y amplían su voluntad por involucrarse en el AA.                                                                                                                                                                                                                                      |

\*Los elementos marcados con asterisco constituyen los seis cursos obligatorios descritos en el marco.

Fuente: Lao, 2020

Lao (2020) también presenta una regla para evaluar los programas de aprendizaje de AA en relación a este marco, sentando las bases para un conjunto de estándares a nivel de salida sobre los cuales se podría construir. Por ejemplo, las cuatro “puntuaciones máximas” de la regla para los cuatro resultados de aprendizaje en “Conocimientos” son:

1. **Conocimientos generales:** Quienes se gradúen en este curso podrán dar una definición precisa del aprendizaje automático y ofrecer una descripción detallada de los pasos de la cadena del AA, con consideraciones técnicas y socioéticas para cada uno de los pasos.
2. **Conocimiento de los métodos de AA:** Los graduados de este curso son capaces de determinar con precisión cuándo utilizar un conjunto de métodos de aprendizaje automático en toda la amplitud del área. También pueden describir los conceptos técnicos básicos de estos métodos y utilizarlos e implementarlos cómodamente en las aplicaciones adecuadas. Lao enumera a continuación sus puntos de vista sobre los métodos apropiados para los distintos niveles educativos:
  - **Educación secundaria superior y niveles equivalentes:** K vecinos más cercanos, árboles de clasificación y regresión o árboles de decisión, regresión, redes neuronales convolucionales, métodos no supervisados como la agrupación en clústeres K-means, el análisis de componentes principales, redes generativas antagónicas (GAN, o *generative adversarial network*), y embebidos; redes neuronales recurrentes (RNN, o *recurrent neural network*) o redes de memoria a corto y largo plazo (LSTM, o *long short-term memory*); aprendizaje de refuerzo; aprendizaje de transferencia; y métodos combinados.

- **Enseñanza primaria y secundaria básica:** Utilizar aplicaciones que les permitan a los estudiantes completar tareas específicas utilizando AA; por ejemplo, empleando aplicaciones de redes neuronales y GAN para crear arte o música, o aplicando el aprendizaje por refuerzo para jugar, etc.

3. **Parcialidad:** Los graduados de este curso son capaces de describir de qué manera los sistemas de AA pueden llegar a ser impredeciblemente imparciales contra grupos específicos a lo largo de cada paso del proceso de AA. Son capaces de incorporar de manera crítica las prácticas del diseño y el pensamiento ético en su propio trabajo.
4. **Implicaciones sociales:** Quienes se gradúen en este curso reconocerán la necesidad de que los creadores de tecnologías de AA consideren las implicaciones sociales de su trabajo. Son capaces de aplicar perspectivas y conceptos éticos y culturales al análisis de artefactos de AA de manera exhaustiva, interrelacional y sensible (es decir, considerando la privacidad, la seguridad, el potencial de abuso y el balance entre beneficios y daño; y de evaluar la recepción etnográfica y los impactos dispares a través de herramientas como análisis de las partes interesadas, matrices éticas y cartas modelo).

# Metodología

## Recolección de datos

Se realizaron dos encuestas, la primera entre representantes de los 193 Estados Miembros de la UNESCO; y la segunda, entre más de 10.000 actores del sector privado y del tercer sector.<sup>14</sup> En las encuestas, se pedía a quienes las respondían que informaran sobre los currículos de IA para los estudiantes de educación general preescolar, primaria y secundaria. En el Apéndice A se replican las preguntas de la encuesta enviada a los representantes de los Estados Miembros. Esta encuesta solo se modificó levemente para los agentes del sector privado y del tercer sector.

Cuando se recibieron las encuestas convenientemente respondidas, el equipo envió por correo electrónico preguntas adicionales sobre los resultados de aprendizaje, la implementación y la preparación a quienes, en sus respuestas, informaron que contaban con currículos de IA con cierto grado de desarrollo.

Además, se realizaron entrevistas semiestructuradas con informantes clave, como representantes de los Estados Miembros, líderes y desarrolladores sin fines de lucro, y académicos y profesionales del sector para obtener más información acerca de los currículos y su implantación en las escuelas. Las entrevistas consideraron las motivaciones para desarrollar currículos de Inteligencia Artificial y las razones de las decisiones de los entrevistados sobre métodos de implementación y pedagogías.

Finalmente, se realizó un ejercicio de mapeo de los currículos redactados, publicados y disponibles para su revisión. El ejercicio se enfocó en los resultados de aprendizaje establecidos en cada currículo. Donde resultó posible, también se revisaron los libros de texto o materiales asociados para una mejor comprensión de los contenidos curriculares.

## Criterios de selección de los currículos de IA aprobados por los gobiernos

Este estudio se enfoca en los currículos que cuentan con respaldo de los gobiernos para la enseñanza general preescolar, primaria y secundaria. Los resultados incluyen

solamente a aquellos currículos que han sido o están en proceso de ser aprobados por los gobiernos nacionales o locales. Como ya se ha mencionado en el presente estudio, se entiende por “currículos de IA” a los programas estructurados de aprendizaje que abarcan temas del área de IA y están vinculados a los resultados de aprendizaje relacionados con la IA.

De los 193 Estados Miembros contactados a través de los canales oficiales de correspondencia de la UNESCO, respondió un total de 51, indicando cuanto menos un interés general en el tema. Sobre dicho total, 29 países y un territorio completaron integralmente la encuesta.

- Representantes de 10 países informaron de que no existían currículos de IA en sus naciones. Se trató de los siguientes: Bahrein, Canadá, Colombia, Costa Rica, Estonia, Guinea, Macedonia, Maldivas, Singapur y Ucrania.
- Representantes de 20 países y de un territorio respondieron que conocían al menos un currículo de IA elaborado y respaldado por el gobierno, o en fase de desarrollo. Se trató de los siguientes: Alemania, Arabia Saudita, Argelia, Armenia, Austria, Bélgica, Canadá (territorio de Yukón), Emiratos Árabes Unidos, Eslovenia, Francia, Jordania, Kuwait, Perú, Portugal, Qatar, República de Corea, República Democrática Popular Lao, República de Bulgaria, Serbia y Siria.

Adicionalmente, un total de 31 ONG, académicos y asociaciones sectoriales respondieron a la encuesta no gubernamental e indicaron que contaban con un currículo de IA.

Se contactó por correo electrónico a todos los representantes de los Estados Miembros y a las organizaciones que indicaron contar con un currículo de IA para realizarles consultas de seguimiento y solicitarles que facilitaran toda la documentación disponible sobre currículos.

En el tiempo que insumió enviar y esperar respuesta a estos correos electrónicos de seguimiento y poner en práctica los ejercicios de mapeo curricular, se descubrió que algunos de los currículos sobre los cuales se había informado no cumplían con los estrictos criterios establecidos para su inclusión en el presente estudio.

<sup>14</sup> Estos actores fueron localizados a partir de una lista de organizaciones clave en el ámbito de las TIC en educación, que fue creada por la UNESCO a lo largo de la organización de nueve ediciones de la Semana del Aprendizaje Móvil entre 2011 y 2020.

Fueron excluidos del análisis los currículos que no incluían resultados de aprendizaje específicos de IA, los que no consideraban la enseñanza general preescolar, primaria y secundaria (como algunos que se centraban exclusivamente en la EFTP), los que no contaban con respaldo gubernamental a nivel nacional o regional, y/o no ofrecían información suficiente para su análisis.

## Lista de currículos de IA aprobados por los gobiernos

Los currículos fueron clasificados como “gubernamentales” en tanto hubieran sido enviados en respuesta a la encuesta distribuida entre los Estados Miembros de la UNESCO, y su desarrollo hubiera sido ejecutado por

organismos gubernamentales o bajo sus directrices. Para poder constituirse en objeto de análisis, las respuestas a la encuesta y a las entrevistas debían brindar información clara, coherente y significativa sobre el currículo.

Tras aplicar los criterios de selección a todos los datos de las encuestas gubernamentales y no gubernamentales, se constató lo siguiente:

- 11 Estados Miembros habían desarrollado, aprobado e implementado currículos de IA.
- El territorio canadiense de Yukón había desarrollado e implementado un currículo que llevó por nombre *Applied Design, Skills, and Technologies* (Diseño, habilidades y tecnologías aplicadas), el cual no ha sido aprobado a nivel nacional, pero sí local.

**Tabla 4.** Currículos de IA para la enseñanza básica aprobados e implementados por los gobiernos

| País/ región           | Título del currículo                                                                                                        | Desarrollador del currículo <sup>15</sup>                       | Niveles educativos |                   |                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
|                        |                                                                                                                             |                                                                 | Primaria           | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Armenia                | Currículo de TIC                                                                                                            | Gobierno                                                        |                    | X                 | X                   |
| Austria                | Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial                                                                                  | Ministerio Federal de Educación, Ciencia e Investigación        |                    |                   | X                   |
| Bélgica                | Repositorio de TI                                                                                                           | Fédération Wallonie-Bruxelles (Comunidad francófona de Bélgica) |                    |                   | X                   |
| China                  | Currículo de IA incluido en el de Ciencias y Tecnología de la Información                                                   | Ministerio de Educación de la República Popular China           | X                  | X                 | X                   |
| India                  | Módulos de IA de Atal Tinker Labs                                                                                           | Atal Tinker Labs, Atal Innovation Mission, NITI Aayog           |                    | X                 | X                   |
| República de Corea     | “Matemáticas de la IA” en la Rama de Asignaturas de Matemáticas para la enseñanza secundaria superior                       | Fundación Coreana para el Avance de la Ciencia y la Creatividad |                    |                   | X                   |
|                        | “Conceptos Básicos de IA” en la rama de asignaturas de Economía Doméstica Tecnológica para la Educación Secundaria Superior | Fundación Coreana para el Avance de la Ciencia y la Creatividad |                    |                   | X                   |
| Kuwait                 | Currículo de estándares                                                                                                     | Docentes y Expertos en Orientación Técnica de Currículos        | X                  | X                 |                     |
| Portugal               | Tecnologías de la Información y la Comunicación                                                                             | Docentes de TIC y Matemáticas de escuelas públicas              | X                  | X                 | X                   |
| Qatar                  | Informática y Tecnología de la Información                                                                                  | Binary Logic, Ministerio de Educación y Enseñanza Superior      | X                  | X                 | X                   |
|                        | Informática y Tecnología de la Información (Rama de Alta Tecnología)                                                        | Binary Logic, Ministerio de Educación y Enseñanza Superior      |                    |                   | X                   |
| Serbia                 | Informática y Programación – 1º año de Educación Secundaria Básica                                                          | Grupo de trabajo del Ministerio de Educación                    |                    | X                 |                     |
|                        | Tecnologías Modernas en Instituciones de Educación Secundaria Superior – 3º y 4º años                                       | Grupo de trabajo del Ministerio de Educación                    |                    |                   | X                   |
| Emiratos Árabes Unidos | Currículo de IA integrado en el Marco Temático de Tecnología                                                                | Ministerio de Educación                                         | X                  | X                 | X                   |

Fuente: UNESCO (2021b)

15 Esta columna muestra las respuestas tal y como fueron incluidas en las encuestas respondidas.

Además de los currículos que se están aplicando, también fueron analizados aquellos que estaban en su etapa de desarrollo y probablemente habrán de ser aprobados por los organismos gubernamentales. Como se muestra en

la **Tabla 5**, entre ellos están incluidos otros tres currículos de IA correspondientes a Serbia y otros cuatro, que corresponden cada uno a un país (Alemania, Jordania, República de Bulgaria y Arabia Saudita).

**Tabla 5.** Currículos de IA para la enseñanza básica en desarrollo por los gobiernos

| País/región    | Título del currículo                                                                          | Desarrollador del currículo                                                                                | Niveles educativos |                   |                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
|                |                                                                                               |                                                                                                            | Primaria           | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Alemania       | 1. Identificación y formulación de algoritmos [ <i>Algorithmen Erkennen und Formulieren</i> ] | Conferencia Permanente de Ministros de Educación y Asuntos Culturales de los Estados Federados de Alemania | X                  | X                 | X                   |
| Jordania       | 2. Competencias digitales                                                                     | Centro Nacional para el Desarrollo de Currículos                                                           |                    | X                 | X                   |
| Bulgaria       | 3. Modelado Informático, Tecnologías de la Información e Informática                          | Grupos de expertos (académicos, docentes, expertos en educación)                                           | X                  | X                 | X                   |
| Arabia Saudita | 4. Competencias digitales                                                                     | Binary Logic y Tatweer Co.                                                                                 | X                  | X                 | X                   |
| Serbia         | 5. Técnica y Tecnología                                                                       | Grupo de trabajo del Ministerio de Educación                                                               |                    | X                 |                     |
|                | 6. IA en Instituciones de Educación Secundaria Superior                                       | Grupo de trabajo del Ministerio de Educación                                                               |                    |                   | X                   |
|                | 7. IA en toda la educación secundaria superior                                                | Grupo de trabajo del Ministerio de Educación                                                               |                    |                   | X                   |

Fuente: UNESCO (2021b)

Los currículos no gubernamentales fueron incluidos en el estudio solo en los casos en que cumplían con la condición de incluir los resultados de aprendizaje de IA y se encontraban en alguna fase de implementación en cooperación al menos con un gobierno local. Sin embargo, no ha sido confirmado que estos currículos hayan contado con respaldo oficial de los organismos gubernamentales, razón por la cual apenas se los incluye como referencia no gubernamental.

Algunos de estos desarrolladores han emprendido otros trabajos relacionados con los currículos enumerados, que también se examinaron para el mapeo curricular. Entre ellos se incluye una adaptación del currículo que lleva por nombre “IBM-CBSE AI Curriculum for Grade XI & XII” (Currículo de IA de la IBM-CBSE para los años XI y XII) y la colección de libros de texto de Microsoft llamada “*Artificial Intelligence, Data Analytics and Machine Learning*” (Inteligencia Artificial, Análisis de Datos y Aprendizaje Automático), ambos diseñados para su implementación en la India; y el Conjunto de Herramientas Curriculares de Informática de Microsoft.

**Tabla 6.** Currículos no gubernamentales de IA incluidos en el estudio como referencia

| País/región    | Título(s) del currículo                                                | Desarrollador del currículo | Niveles educativos |                   |                     |
|----------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
|                |                                                                        |                             | Primaria           | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| International  | 1. Desafío IBM EdTech para Jóvenes                                     | IBM                         |                    | X                 | X                   |
|                | 2. Habilidades de IA para Jóvenes                                      | Microsoft                   |                    | X                 | X                   |
|                | 3. Programa Global de Preparación para la IA (Rama de Alta Tecnología) | Intel                       |                    | X                 | X                   |
|                | 4. Programa mundial de preparación para la IA (Rama General)           | Intel                       |                    | X                 | X                   |
| Estados Unidos | 5. Currículo DAILY                                                     | MIT                         |                    | X                 | X                   |

Fuente: UNESCO (2021b)

## Limitaciones para el análisis de la encuesta

Como ya se ha señalado, este análisis no recoge todas las actividades relacionadas con el desarrollo de competencias de IA para la población escolar. De hecho, ni siquiera abarca toda la información disponible sobre currículos gubernamentales de IA. Un numeroso conjunto de currículos ha quedado fuera del alcance del presente estudio. Por ejemplo, Austria remitió tres currículos, dos de los cuales pertenecían al ámbito de la EFTP, la cual no está incluida en el trabajo. Varios prestadores del sector privado imparten formación sobre su tecnología propietaria, y numerosos programas de formación en IA son ofrecidos por ONG a través de canales de aprendizaje no formales, como el estudio independiente. Ninguno de estos currículos ha sido incluido en el análisis.

Otras limitaciones han sido las siguientes:

- **Es posible que no hayan sido incluidos algunos currículos de IA aprobados por los gobiernos.** La encuesta se envió a los 193 Estados Miembros, no obstante lo cual existe la posibilidad de que algunos países que efectivamente cuentan con currículos de IA no hayan respondido.
- **Hay brechas en los datos.** Algunos de los datos buscados, particularmente aquellos relativos a la cantidad de escuelas y estudiantes, no constaban en numerosos currículos que, o bien no efectúan tal registro, o no están autorizados a difundirlos.
- **La relevancia futura podría ser cuestionable.** El mapeo tiene un límite temporal, considerando que varios currículos están aún en fase de desarrollo y pueden ser objeto de nuevas revisiones. Este conjunto de datos solo ofrece un panorama de las actividades en los sectores no gubernamental y privado, y puede acabar siendo de utilidad limitada en el futuro.

# Conclusiones clave del análisis de los currículos de IA aprobados por los gobiernos

Las cinco secciones a continuación presentan los resultados del análisis:

1. La sección sobre **formulación de currículos y mecanismos de aprobación** aborda el mandato, la motivación y los medios de aprobación de los currículos de IA.
2. La sección sobre **integración y gestión curricular** incluye enfoques para incorporar los currículos de IA en los sistemas educativos, considerándose las asignaciones de tiempo en términos de porcentajes y horas totales y la preparación de las condiciones esenciales para respaldar los currículos de IA.
3. La sección sobre **contenido curricular** hace mención a las asignaciones de tiempo para cada área temática en tres categorías principales de contenidos, a saber: fundamentos de IA; ética e impacto social; y comprensión, uso y desarrollo de herramientas de IA.
4. Esta sección expresa los **resultados de aprendizaje** de los currículos de IA mapeados, definidos para las áreas de competencias de conocimientos, habilidades y valores.
5. La sección sobre la **implementación del currículo** resume las principales estrategias para la formación y apoyo al cuerpo docente, la preparación de las herramientas y entornos de aprendizaje necesarios, así como las pedagogías sugeridas.

## Desarrollo y aprobación de currículos

Como ya se ha mencionado, los organismos gubernamentales de 11 países han aprobado 14 currículos de IA e implementado su aplicación en las escuelas, en tanto que 7 currículos de 5 países se encuentran aún en fase de desarrollo. Solamente Serbia cuenta con currículos ya aprobados y con otros en fase de desarrollo. Otros dos currículos recibieron aprobación para su implementación en el ámbito local: el *Applied Design, Skills, and Technologies* (Diseño, habilidades y tecnologías aplicadas) del Territorio de Yukón, Canadá; y el DAILY del MIT, en Estados Unidos. En algunas partes del análisis también se incluyeron como marcos de referencia los cuatro currículos de IA no gubernamentales del sector privado.

### Desarrollo de currículos de IA y mecanismos de aprobación

#### • Abordaje centralizado bajo liderazgo gubernamental

La mayoría de estos currículos fueron elaborados por organismos públicos nacionales y aprobados a través de un abordaje centralizado bajo liderazgo gubernamental, eventualmente con la participación y colaboración de las principales partes interesadas. Por ejemplo, en la República de Corea, el desarrollo fue realizado por expertos bajo directivas gubernamentales; y en China, Kuwait y Bulgaria, el desarrollo incluyó tanto a docentes como a académicos y a expertos.

#### • Prestación privada comisionada por los gobiernos

Un segundo abordaje consistió en la participación privada comisionada por los gobiernos. En Arabia Saudita y Qatar, el gobierno encargó a empresas la elaboración del currículo nacional. El representante de Arabia Saudita comentó que:

// Cada día surgen nuevas tecnologías y las funciones de las aplicaciones se actualizan con frecuencia. Por ello, optamos por trabajar con una cualificada empresa privada que cuenta con una sólida reputación en la elaboración de currículos de TIC e incorpora tecnologías de vanguardia y aplicaciones de TI."

#### • Abordaje descentralizado bajo coordinación gubernamental

El tercer abordaje para el desarrollo y aprobación corresponde a un abordaje descentralizado bajo coordinación gubernamental. En Bélgica, una normativa legal de carácter parlamentario estableció estándares que fueron adoptados por redes de escuelas. Estas redes determinaron aspectos tales como las tecnologías y pedagogías a utilizarse. Un abordaje similar fue aplicado en Alemania, donde un mandato de alcance nacional y sus correspondientes estándares son reinterpretados por los gobiernos locales o provinciales para la elaboración de un currículo a ser implementado en las escuelas.

### • Currículos no gubernamentales de IA impulsados por el sector privado

Finalmente, algunos currículos tienen origen no gubernamental y reciben impulso por parte de actores del sector privado. Pueden ser adoptados en su formato nativo por las escuelas, o bien luego de ser adaptados por expertos locales que formulan currículos para organismos gubernamentales. Estos currículos buscan cierto grado de flexibilidad para poder ser incorporados a diferentes marcos de acción y requisitos gubernamentales, y también a efectos de que resulten adapTableaus a los contextos propios de cada país. Una parte importante del desarrollo y aprobación de estos currículos es su validación, tanto nacional como internacional. Un representante de Intel señaló que:

// El currículo recibió la validación correspondiente por parte de varios países... Creamos un grupo mundial de expertos validadores y les hicimos llegar el contenido para que lo modificaran y formularan recomendaciones. Cuando comenzamos a implementarlo en 2019 y 2020, realizamos una evaluación exhaustiva."

Sin embargo, no existe evidencia de que estos currículos impulsados por el sector privado hayan sido aprobados como currículos gubernamentales de IA. En algunos ejemplos de este abordaje, las partes interesadas del sector privado o del mundo académico, como IBM, Intel, Microsoft y el MIT, han elaborado sus propios currículos y recursos en consulta con expertos y docentes.

### Visión y motivaciones para desarrollar currículos de IA

Los entrevistados señalaron dos razones importantes para desarrollar currículos de IA: mejorar la capacidad y responder a las habilidades solicitadas por el mercado laboral, además de garantizar que los estudiantes se gradúen con las habilidades necesarias para las interacciones cotidianas de la vida política y social. Sin embargo, el grado en el que se puso énfasis en tales consideraciones difirió ampliamente. Por ejemplo, un país informó que no le preocupaban en absoluto las habilidades necesarias para el mercado laboral, en tanto que otros consideraron este factor como su principal motivación.

El objetivo de desarrollar habilidades para el mercado laboral demostró una comprensión de las cambiantes necesidades del sector tecnológico y del mundo laboral en general. En la mayoría de los países, aunque no en todos,

esto estuvo relacionado con la intención de desarrollar una fuerza de trabajo competitiva a nivel internacional. Los promotores corporativos también hicieron mención del tema como una potente motivación en la inclusión del desarrollo de cursos de formación en IA para estudiantes en sus actividades de responsabilidad social corporativa.

La segunda motivación estuvo asociada al hecho de comprender a la IA como motor de transformación social y económico, así como al deseo de fomentar un conocimiento general de IA entre los estudiantes, también en lo que atañe a sus funciones y aplicaciones en la sociedad. Varios de los encuestados señalaron que la IA ya está integrada en un conjunto de interacciones interpersonales del día a día, y percibieron que los ciudadanos deberían reconocer a la IA en sus ámbitos, entender sus beneficios y potenciales desafíos, y sentirse empoderados para abogar por tecnologías de IA seguras, beneficiosas y transparentes. Tales afirmaciones se ejemplifican en los tres comentarios siguientes, aportados por los representantes de Portugal, Austria y Jordania, respectivamente:

// Tenemos una clara visión del impacto de la tecnología en el futuro y de la necesidad de una fuerza de trabajo y una ciudadanía que se relacionen a diario con la tecnología de forma saludable. Esto incluye los conceptos, la concientización y las habilidades para mejorar estas áreas, trabajar con máquinas y considerar a la robótica como un complemento de la sociedad. Este es el panorama general.

La IA está considerada como una cuestión transversal que cuenta con el potencial de cambiar de forma disruptiva áreas y conceptos clave de la vida. Por lo tanto, no es solo la pericia de los expertos y desarrolladores lo que tiene gran importancia al considerar a la IA en la educación, sino también el conocimiento general de los aspectos básicos para que todas las personas puedan llevar una vida segura y autodeterminada en un mundo moldeado por la IA.

El plan consiste en desarrollar un currículo de habilidades digitales adecuado al desarrollo global y a la transformación digital prevista, y también alcanzar las competencias digitales mundiales como relevantes para nuestro contexto."

### Pruebas piloto y evaluación de currículos de IA

Los siguientes currículos gubernamentales de IA han sido implementados y evaluados: Modelado Computacional, Tecnología de la Información e Informática, en Bulgaria; Ciencias y Tecnología de la Información, en China; Currículo DAILy del MIT, en los Estados Unidos; Informática

y Programación, Tecnologías Modernas y Técnica y Tecnología, en Serbia; y Marco Temático de Tecnología, implementado en los Emiratos Árabes Unidos.

Adicionalmente, ha sido evaluada la implementación de los siguientes currículos no gubernamentales de IA: Desafío EdTech para Jóvenes, de IBM; ambas versiones del IA para Jóvenes: Programa Global de Preparación para la IA, de Intel; y Habilidades de IA para Jóvenes, de Microsoft.

Algunos de los currículos fueron revisados en base a su evaluación, incluidos los de China, Emiratos Árabes Unidos, IBM, Intel (ambas versiones), Microsoft y el MIT. Algunos aún se encuentran en fase de prueba y posiblemente se los revise en el futuro, como el de Bulgaria, el currículo DAILY del MIT y Técnica y Tecnología, de Serbia.

Entre las metodologías de evaluación más comunes encontramos a las siguientes:

- **Revisiones del currículo por parte de expertos.** A modo de ejemplo, en Emiratos Árabes Unidos, el currículo fue compartido con diferentes actores sociales, como miembros del sector académico y especialistas en IA. Expertos en psicología y educación estuvieron a cargo de la organización de revisiones interdisciplinarias.
- **Investigación realizada por los desarrolladores.** Las metodologías incluyeron la toma de exámenes a los estudiantes y la realización de entrevistas y encuestas a docentes y representantes de departamentos administrativos regionales y/o nacionales. Se recolectó información sobre resultados de aprendizaje, utilidad percibida del currículo y desafíos de su implementación.
- **Evaluación externa.** Algunos gobiernos encargaron evaluaciones externas del currículo y/o de sus resultados. Por ejemplo, Bulgaria solicitó una evaluación externa nacional que mensuró las competencias digitales de los estudiantes.

Pocas de estas revisiones o evaluaciones han sido publicadas. Un punto clave revelado por las entrevistas reside en que los currículos de IA deben estar coordinados con los de Matemáticas y con las demandas del programa de clases. Por ejemplo, un análisis curricular practicado en China determinó que el nivel de exigencia del currículo de Ciencias y Tecnología de la Información estaba por encima del correspondiente a las asignaturas de Matemáticas y Ciencias, razón por la cual las expectativas debieron ser revisadas. El currículo también debía considerar un amplio rango de contextos, así como las oportunidades y desafíos

específicos de los entornos urbanos y rurales.

Un estudio piloto de un segmento del Currículo DAILY del MIT determinó que, según los docentes, los estudiantes demostraban mayor participación que de costumbre, y que “qué es y qué no es IA” constituía el factor clave para la comprensión de los estudiantes. Algunos docentes consideraron que los módulos de ética eran extraños y confusos, aunque otros los adoptaron. El uso de *hardware* se percibió como el elemento de la prueba piloto más difícil de gestionar por el hecho de requerir de una gran inversión y de suma atención por parte de los docentes, sobre todo cuando los equipos no funcionaban correctamente, aunque esto ayudó a los estudiantes a adquirir importantes habilidades, tales como la resiliencia (Williams et al., 2021).

### Ejemplo: fundamentos y principios del desarrollo curricular en Qatar<sup>16</sup>

La Visión 2030 de Qatar<sup>17</sup> reconoce a la tecnología como un factor clave para una economía moderna basada en el conocimiento, y el *Qatar National Curriculum Framework* (QNCF, o Marco Curricular Nacional de Qatar) define a la Tecnología de la Información (TI) como una asignatura escolar relevante en la enseñanza primaria y secundaria, cuyo objetivo es el de “brindar soporte al aprendizaje de los niños ofreciendo oportunidades beneficiosas en las áreas de pensamiento lógico y matemático, lenguaje y comunicación, alfabetización emergente y creatividad”.

Para brindar respaldo a estas políticas nacionales resultó necesaria la creación de estándares que constituyeran el fundamento del currículo nacional de Informática y Tecnología de la Información, a través de una colaboración entre expertos del sector, el equipo de expertos en TIC del Ministerio de Educación y Enseñanza Superior de Qatar y supervisores de TIC de escuelas primarias, secundarias básicas y secundarias superiores. Los estándares fueron revisados por los expertos en informática y en desarrollo de currículos de tres instituciones de enseñanza superior qataríes. Los currículos elaborados en el marco de los estándares incluyeron una rama obligatoria universal para todos los niveles de enseñanza y otra optativa, de “alta tecnología”, para la educación secundaria superior. Ambas ramas incluyen resultados de aprendizaje de IA relacionados con algoritmos, programación, ética e impacto social, además de comprensión y uso de

16 La información de esta sección procede del *Qatar Computing and Information Technology Curriculum 2018*, elaborado por el Ministerio de Educación y Enseñanza Superior del país. Puede solicitarse por correo electrónico.

17 Véase <https://www.gco.gov.qa/en/about-qatar/national-vision2030>

herramientas y tecnologías de IA. Los estudiantes de la rama de alta tecnología también participaron en el desarrollo de tecnologías de IA.

Está previsto revisar los estándares de forma periódica para garantizar que se alimenten de las últimas tecnologías y tendencias en informática y TI. Asimismo, el hecho de asegurarse de que el currículo no dependa de tecnologías, plataformas o aplicaciones propietarias constituye otro paso para garantizar la sostenibilidad de los estándares a lo largo del tiempo. El marco curricular sugiere además incorporar las opiniones de los docentes y las revisiones de las mejores prácticas internacionales para realizar ajustes adicionales que fortalezcan su eficacia.

El desarrollo de los estándares curriculares de Informática y Tecnología de la Información de Qatar se orientó en función de cinco principios fundamentales:

1. Adecuación a un marco curricular nacional, incluyéndose aquí las “competencias, valores, objetivos, principios y cuestiones transversales”, con competencias explícitamente vinculadas a los estándares nacionales. El currículo abarca conocimientos, habilidades y actitudes con foco en:
  - Principios y prácticas propios de la informática, como la programación, la robótica y la IA;
  - La alfabetización digital, definida en el currículo como el “uso y aplicación creativos y productivos de los sistemas informáticos”, considerándose aspectos de ética, propiedad intelectual y seguridad electrónica;
  - La promoción de las habilidades interpersonales, en este caso según la definición de la American Association of School Librarians (Asociación Americana de Bibliotecarios Escolares): colaboración, comunicación, trabajo en equipo, pensamiento crítico, resolución de problemas y toma de decisiones.
2. Desarrollo “en espiral”, de manera tal que los conceptos resurjan en diferentes niveles educativos con una dificultad creciente y una mayor profundidad en cada iteración. Al mismo tiempo, el desarrollo de habilidades debe ser coherente y eficiente, a efectos de que se eliminen tanto las repeticiones innecesarias como las brechas académicas.
3. Aprendizaje centrado en los estudiantes y abordajes prácticos basados en proyectos. El pensamiento computacional es un elemento central, y se espera que los estudiantes desarrollen el proceso de abstracción, automatización y análisis como un nuevo abordaje para la resolución de problemas, comenzando con la comprensión de los principios básicos del pensamiento computacional desde el primer grado de la enseñanza primaria.
4. Independencia de lenguajes informáticos, *hardware* y plataformas, lo que implica que el currículo no dependa de un proveedor, marca o lenguaje de programación en particular, sino que abarque una variada gama de herramientas y tecnologías que los estudiantes encontrarán en la vida real.

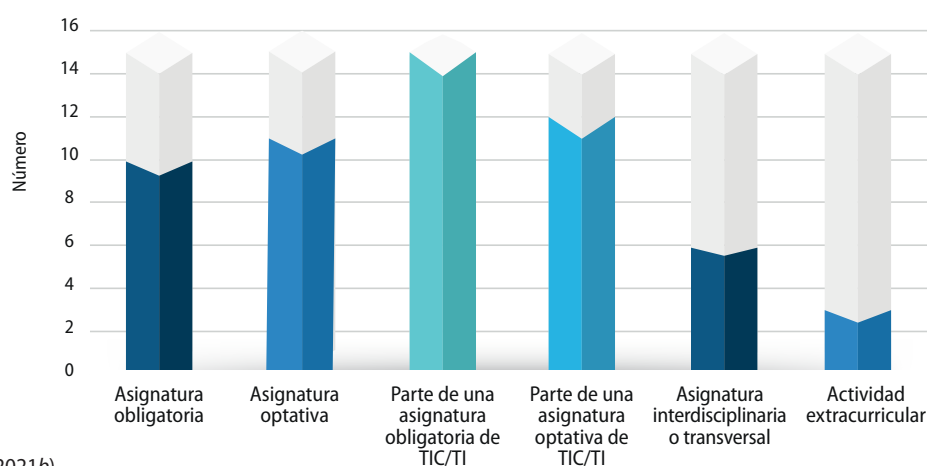
## Integración y gestión de currículos

Los currículos son integrados a los sistemas educativos existentes a través de varios modelos distintos:

- Los **currículos específicos de IA** son desarrollados como una categoría de asignaturas independientes dentro del marco curricular nacional o local. Estos currículos tienen sus propias asignaciones de tiempo, libros de texto y recursos, como en el caso de los Fundamentos de IA en Ciencias y la Tecnología de la Información para los años 10 a 12 en China.
- Los **currículos integrados de IA** son desarrollados e incluidos en otras categorías de asignaturas del marco curricular nacional o local. Normalmente, la IA pasa a constituir un tópico dentro de las TIC o de la informática, pero de manera alternativa puede formar parte de las clases de Lengua, Matemáticas, Ciencias o Ingeniería (véase la **Figura 1**). En la República de Corea fueron creadas dos disciplinas optativas de IA, una dentro del grupo de asignaturas de Matemáticas y la otra en Tecnología y Economía Doméstica. Los currículos también pueden diseñarse para que tengan la capacidad de integrarse de manera flexible a cualquier asignatura en función de la capacidad y el interés del docente a cargo. Este es el caso del Currículo DAILY del MIT.
- Los **currículos interdisciplinarios de IA** son implementados en sistemas con orientaciones específicas para el trabajo entre asignaturas y el tiempo asociado. Estos currículos se enfocan en los resultados de aprendizaje de la IA a través del aprendizaje basado en proyectos, involucrando a varias áreas disciplinarias. Un ejemplo de ello puede observarse en los marcos curriculares de Portugal, que incluyen “dominios curriculares autónomos” o proyectos que deben involucrar a dos o tres disciplinas, empleándose un abordaje interdisciplinario. En los Emiratos Árabes Unidos, la IA está integrada en varias disciplinas como TIC, Ciencias, Matemáticas, Lengua, Estudios Sociales y Educación Moral.
- Los **currículos de IA de modalidad múltiple** cuentan con los requisitos esenciales de ser implementados durante el horario escolar y recibir apoyo por parte de recursos tradicionales tales como guías para facilitadores y libros didácticos, pero también aprovechan oportunidades de aprendizaje informal como redes de recursos extraescolares y competiciones nacionales o internacionales. Un ejemplo de este tipo de currículo es el Currículo de IA de la IBM-CBSE para los años 11 y 12, que permite una transición gradual del aprendizaje orientado al independiente, y tiene vinculación con competiciones y con tutoría propia del sector.
- Los **currículos flexibles de IA** pueden ser implementados a través de uno o más mecanismos de integración, de acuerdo al criterio de las regiones, redes escolares o escuelas por sí mismas. Los ejemplos incluyen al currículo modular de IA ATL, de la India, que puede ser integrado, interdisciplinario o impartido a través de modelos extraescolares como las actividades extracurriculares; y las Habilidades Digitales de Arabia Saudita, que pueden implementarse como currículo específico o integrado. En el caso de algunos currículos, los mecanismos de integración quedan a criterio de las regiones, las escuelas o las redes. Entre ellos se encuentran el Repositorio de TI de la Bélgica francófona (transición técnica de 2º y 3º grado) y el currículo alemán *Algorithmen Erkennen und Formulieren* (Identificación y Formulación de Algoritmos).

Los currículos también pueden ser obligatorios, lo cual implica que todos los estudiantes deben participar; u optativos, lo que significa que los estudiantes eligen entre participar de ellos o no. En algunos currículos, como el de Ciencias y Tecnología de la Información, de China, algunos módulos son obligatorios y otros optativos.

**Figura 1. Cantidad de currículos de IA por tipo de integración (n = 27, múltiples respuestas posibles)**



Fuente: UNESCO (2021b)

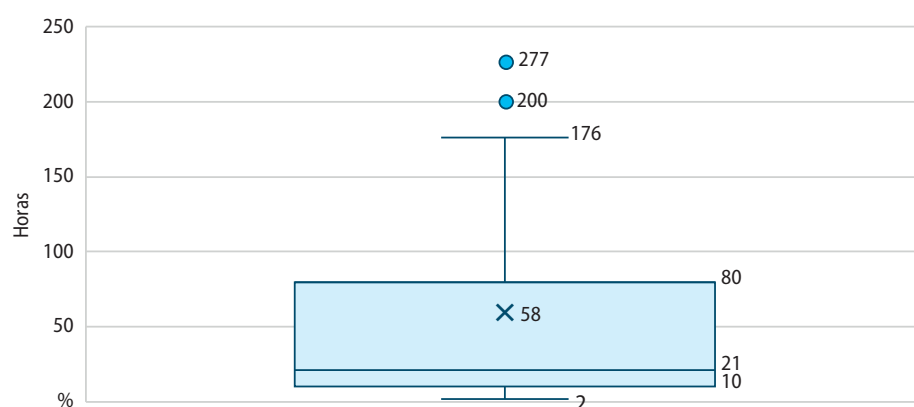
Un punto importante que fue destacado expresa que los currículos de IA, y los de TIC de manera más amplia, no deberían depender en exceso de una tecnología en particular, considerando la importancia de diversificar las habilidades desarrolladas en diferentes plataformas correspondientes a diferentes prestadores. Algunos países como Austria y China hacen énfasis en un “abordaje agnóstico” de la tecnología, lo que implica que el currículo no está vinculado a ninguna marca, dispositivo o lenguaje de programación en especial. En consecuencia, estos currículos pretenden asegurar: (i) que la formación de los docentes esté firmemente enraizada en la teoría, garantizando la comprensión de los principios subyacentes que pueden aplicarse a través de variadas tecnologías; y (ii) si se utiliza *hardware* o *software* específico, que tanto docentes como estudiantes conozcan múltiples opciones correspondientes a diferentes proveedores de herramientas de IA.

## Asignación de horas de currículo

Se les solicitó a aquellos que respondieron la encuesta que indicaran el número total de horas de aprendizaje para cada uno de los cuatro niveles de enseñanza: preescolar y primaria, que abarca desde el preescolar hasta el 2º grado; primaria tardía, que abarca desde el 3º grado hasta el final de la escuela primaria; enseñanza secundaria básica, que abarca desde el 1º hasta el 3º año en la mayoría de los países (grados 8 y 9); y la enseñanza secundaria superior o preuniversitaria, que abarca desde el 3º hasta el 5º año (grados 10 a 12) en la gran mayoría de los sistemas educativos nacionales.

Las asignaciones de tiempo dedicado a los currículos variaron entre 2 y 924 horas, distribuidas entre uno y doce años. El diagrama de caja<sup>18</sup> del tiempo distribuido por año (véase la **Figura 2**) muestra que las asignaciones fueron sumamente variadas.

**Figura 2. Asignación de tiempo por año de los currículos de IA, n = 22**



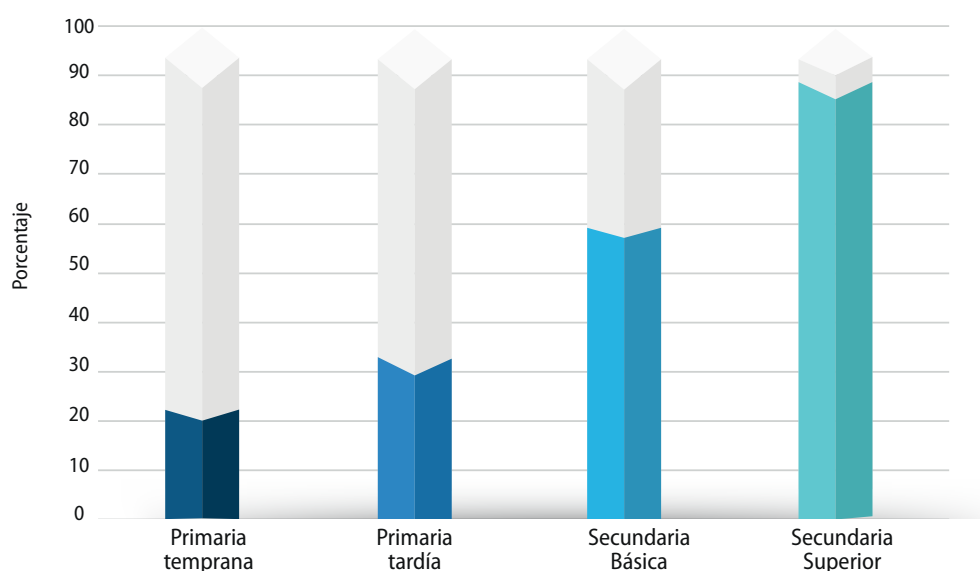
Fuente: UNESCO (2021b)

Dos puntos atípicos a destacar: el currículo Informática y Tecnología de la Información (Rama de Alta Tecnología) de Qatar y el currículo Repositorio de TI de la Bélgica cuentan con un promedio de asignación temporal que supera las 200 horas anuales. El promedio de 58 horas representa más del doble de lo indicado por la mediana de 21 horas, lo cual revela la existencia de un grupo de currículos que exigen relativamente de pocas horas de dedicación a la IA. De hecho, 5 de los 22 currículos que informaron su cuadro de asignación de tiempo exigen menos de cinco horas de estudio de IA anuales, en tanto que otros 5 requieren

de 150 horas o más. Aquellos que exigían más de 150 horas fueron currículos desarrollados por el sector privado (2 de los 5), o bien itinerarios optativos de alta tecnología (también 2 de los 5). Los que requirieron pocas horas de estudio de IA tenían en común el hecho de estar integrados a otras asignaturas.

Es probable que los currículos hayan sido elaborados para estudiantes de la educación secundaria básica y superior, entendiendo que la proporción de currículos dedicados a cada nivel educativo se incrementa de forma constante desde los primeros grados de la enseñanza primaria hasta el final de la enseñanza secundaria (véase la **Figura 3**).

<sup>18</sup> Los diagramas de caja muestran la distribución de los datos, incluidos valor mínimo, valor del primer cuartil, valor de la mediana, valor del tercer cuartil y el valor máximo. El valor promedio se muestra como una “X”, y los valores atípicos aparecen como puntos sobre el diagrama.

**Figura 3. Porcentaje de currículos involucrando a cada nivel educativo (n = 27)**

Fuente: UNESCO (2021b)

El total de horas previsto para los currículos por nivel educativo varió entre 1 y 680 horas. En los cursos desde preescolar hasta el 2º grado de la enseñanza primaria, la IA solía integrarse a otras disciplinas y no contaba con una asignación horaria específica. Solo la disciplina Informática y Tecnología de la Información de Qatar dedicó una asignación horaria particular para los cursos entre preescolar a 2º grado de la enseñanza primaria, de 100 horas en total. En los grados 3º a 6º de enseñanza primaria se informó una media de 156 horas. La asignación promedio en el conjunto de la enseñanza secundaria básica (1ª a 3ª año) fue de 109 horas, y en educación secundaria superior (3º a 5º año), el promedio fue de 153,5 horas. La media horaria por nivel educativo se mostró relativamente estática entre el preescolar y el 2º grado de la enseñanza secundaria básica: 33,3 horas

en los niveles de preescolar a 2º de primaria; 39 en los niveles de 3º a 6º; y 36,3 entre 7º grado de primaria y 2º de secundaria. En la enseñanza secundaria superior, la asignación horaria promedio por nivel se incrementó a 51,2 horas.

### Condiciones esenciales para apoyar los currículos de IA

Se preguntó a los encuestados de qué manera se planificaron y prepararon las condiciones esenciales para apoyar el diseño y la implementación del currículo de IA. Las siete opciones que se ofrecían en el cuestionario son las mencionadas en la **Tabla 7**. Era posible elegir varias respuestas y también se brindaba una opción de respuesta libre.

**Tabla 7. Condiciones esenciales para apoyar los currículos de IA**

| Opciones de respuesta                                     | Comentarios                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Investigación o análisis de necesidades                   | Se refiere únicamente a la investigación o al análisis de las necesidades relacionadas con la implementación del currículo.                                                                  |
| Desarrollo de recursos para docentes                      | Se mencionaron como ejemplos los libros de texto y los planes de clase.                                                                                                                      |
| Formación de docentes                                     | Se preguntó a los entrevistados sobre la formación específica para el currículo de IA y los recursos que la simplifican.                                                                     |
| Contratación de personal o aumento de capacidad           | Se refiere a la contratación de más docentes remunerados para implementar el currículo.                                                                                                      |
| Participación del sector privado o del tercer sector      | En algunos países, además del personal docente adicional, se contrató a organizaciones privadas o del tercer sector como capacitadores a tiempo parcial en las escuelas o para ellas.        |
| Mejora de las infraestructuras escolares                  | Se refiere a la provisión de <i>hardware</i> y/o conexiones a Internet para las escuelas en relación al currículo de IA. Esto incluye elementos como laboratorios informáticos y servidores. |
| Adquisición de recursos adicionales para escuelas o aulas | Compra de kits para el aula, recursos de codificación, herramientas de IA, etc.                                                                                                              |

Fuente: UNESCO (2021b)

Las respuestas muestran que la implementación de un currículo de IA requiere de varios ajustes en los recursos y en la capacidad humana de los sistemas educativos (véase la **Figura 4**). La mayoría de los currículos recibió apoyo a través del desarrollo de recursos y la formación de docentes (89%); 15 de ellos (56%) mediante una investigación preliminar o un análisis de necesidades; 13 (48%) aplicando inversiones a la mejora de las infraestructuras escolares; 12 (44%) a

través de la participación del sector privado o del tercer sector; y 11 (41%) por la vía de adquirir recursos adicionales para las aulas. El área en la que se puso menor énfasis fue la contratación de personal escolar adicional para implementar el currículo, aunque esta actividad tuvo relevancia informada en solamente 8 de los currículos de IA incluidos en este estudio (30%).

**Figura 4. Apoyo a la implementación realizada**



Fuente: UNESCO (2021b)

### Ejemplo: introducción de la IA por parte del CBSE en la India<sup>19</sup>

En 2019, el Central Board of Secondary Education (CBSE, o Consejo Central de Educación Secundaria) de la India anunció que la IA sería una asignatura optativa en las más de 22.000 escuelas bajo su jurisdicción, con el objeto de garantizar que los futuros ciudadanos de la India entendieran la IA y fueran capaces de implantarla para abordar problemas locales y globales. El currículo se concentró en “aprender haciendo” y ofreció a los estudiantes la oportunidad de aprender IA utilizándola para crear soluciones a los desafíos de la comunidad (CBSE, 2020).

Para apoyar el currículo, el CBSE se asoció con proveedores del sector, como IBM, Intel y Microsoft, a efectos de desarrollar materiales y contenidos de capacitación y soporte. Las ONG también respaldaron la impartición del currículo.<sup>20</sup> Con el fin de preparar la implementación, se puso en marcha la formación de docentes y tutores, además de crearse materiales tales como guías para facilitadores,

planes de clases multidisciplinarios y libros de texto para los cursos de enseñanza secundaria básica y secundaria superior. El CBSE también organizó varios eventos con el objetivo general de “facilitar la integración de la IA en las escuelas”. Se realizaron competiciones, simposios virtuales destinados a dar a los jóvenes la oportunidad de explorar tecnologías de IA y campamentos de tres días de “IA-ton” en los que los estudiantes ejecutaron la construcción de un proyecto y crearon prototipos utilizando IA para resolver un desafío de índole comunitaria. Más de 10.000 docentes y 120.000 estudiantes han recibido formación en IA gracias a actividades como estas.

El currículo de IA ha sido integrado como asignatura optativa o interdisciplinaria en las escuelas que aceptaron ser seleccionadas. El CBSE distribuyó una invitación a todas las escuelas para que participaran en este currículo, y los gestores escolares presentaron una solicitud ante dicho organismo en respuesta a la oportunidad. A continuación, las escuelas seleccionaron docentes para que recibieran la

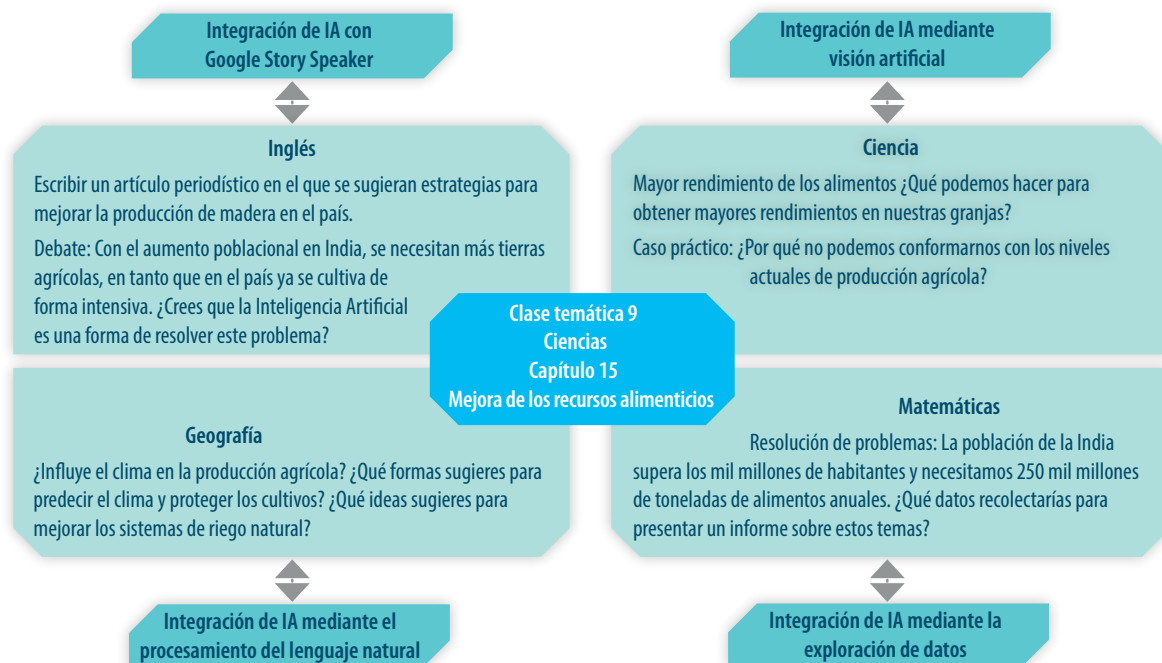
<sup>19</sup> Fuente: CBSE *Artificial Intelligence* (Ministerio de Educación, India, 2020); *Artificial intelligence curriculum, class 9 facilitator handbook* (CBSE e Intel, 2019); y entrevistas y presentaciones de representantes de IBM, Intel, la 1M1B Foundation y Microsoft. Nótese que esta información puede no representar las opiniones oficiales del Gobierno de la India.

<sup>20</sup> Por ejemplo, el 1M1B apoya la implementación del currículo Habilidades de IA para Jóvenes, en colaboración con el CBSE e IBM. Véase <https://www.youtube.com/watch?v=wKl5pghCIFY>

correspondiente capacitación, planificaron la inclusión de la IA en el horario escolar y elaboraron estrategias en torno a la integración interdisciplinaria de la IA con base en temas

comunes, como la “mejora de los recursos alimentarios”, conforme lo expresa el ejemplo de la **Figura 5** (CBSE e Intel, 2019).

**Figura 5.** Abordaje temático para la integración interdisciplinaria de la IA en el currículo



Fuente: CBSE e Intel (2019)

A nivel de las escuelas, la formación docente es impartida por integrantes del sector empresarial o por socios en la implementación, a través de cursos y materiales personalizados. Varios proveedores, como IBM y Microsoft, han desarrollado libros de texto en concordancia con los objetivos del currículo del CBSE. La integración curricular, el programa de estudios, la pedagogía, el abordaje y la

adquisición de recursos necesarios también se gestionan a nivel institucional. Además, se espera que las escuelas involucren a las partes interesadas, especialmente a estudiantes y padres, a fin de garantizar su comprensión de la lógica y los objetivos necesarios para integrar la IA en el currículo. La **Figura 6** describe la relación entre el CBSE, las escuelas y las partes interesadas.

**Figura 6.** Actores y procedimientos de implementación de la IA



Fuente: CBSE e Intel (2019)

## Contenido del currículo de IA

### Principales categorías de contenidos del currículo de IA

Este análisis abarca nueve áreas temáticas de los currículos de IA: algoritmos y programación, alfabetización en datos, resolución de problemas contextuales, ética de la IA, implicaciones sociales de la IA, aplicaciones de la IA a otros dominios, comprensión y uso de las técnicas de IA, comprensión y uso de tecnologías de IA y desarrollo de la IA.

Tal como lo indica la **Tabla 8**, estas nueve áreas temáticas están agrupadas en tres categorías: Fundamentos de IA, Ética e impacto social y Comprensión, uso y desarrollo de IA. Se solicitó a quienes respondieron la encuesta que brindaran información sobre el tiempo asignado a estas áreas temáticas, en términos absolutos y relativos, lo cual se presenta en la **Tabla 9**.

**Tabla 8.** Áreas del currículo de IA

| Categoría                           | Área temática                                          | Competencias y consideraciones curriculares                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fundamentos de IA                   | Algoritmos y programación                              | Junto con la alfabetización en datos, los algoritmos y la programación pueden considerarse como la base del involucramiento técnico con la IA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                     | Alfabetización en datos                                | La mayoría de las aplicaciones de IA se basan en <i>big data</i> . La gestión del ciclo de datos, desde su recolección a la depuración, el etiquetado, el análisis y la elaboración de informes, constituye una de las bases del involucramiento técnico con el uso y/o el desarrollo de la IA. Comprender los datos y sus funciones también puede ayudar a los estudiantes a entender las causas de algunos de los desafíos éticos y logísticos que plantea la IA y su papel en la sociedad.                                                                            |
|                                     | Resolución de problemas contextuales                   | La IA se presenta con frecuencia como una solución potencial a desafíos sociales o relacionados con los negocios. El involucramiento a este nivel requiere una estructura para la resolución de problemas en su propio contexto, abarcando aspectos tales como el pensamiento de diseño y el aprendizaje basado en proyectos.                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ética e impacto social              | Ética de la IA                                         | Independientemente del conocimiento técnico, los estudiantes de las sociedades futuras se involucrarán con la IA en su vida personal y profesional; muchos ya lo hacen desde una temprana edad. Será importante que todas las personas comprendan los desafíos éticos de la IA, lo que se entiende por "IA ética", conceptos como el uso transparente, <i>auditable</i> y justo de la IA, así como las vías de reparación en caso de uso no ético o ilegal de la IA, por ejemplo, si ella incluye sesgos perjudiciales o viola el derecho a la privacidad.               |
|                                     | Implicaciones sociales de la IA                        | Los impactos sociales de la IA incluyen desde la exigencia de adecuaciones en la normativa de responsabilidad hasta transformaciones inspiradoras de la fuerza de trabajo. Se preguntó a los entrevistados acerca de hasta qué punto sus currículos abordaban tales cuestiones. Fueron citados como ejemplos las tendencias, como el desplazamiento de la fuerza de trabajo, los cambios en la legislación y la creación de nuevos mecanismos de gobernanza.                                                                                                             |
|                                     | Aplicaciones de la IA a dominios diferentes de las TIC | La IA cuenta con una amplia gama de aplicaciones fuera de la informática. En la encuesta se preguntó a los participantes si eran tomadas en cuenta, y en qué medida, las aplicaciones de la IA en otros dominios. Fueron citados como ejemplo el Arte, la Música, los Estudios Sociales, la Ciencia y la Salud.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Comprensión, uso y desarrollo de IA | Comprensión y uso de las técnicas de IA                | El área incluyó (1) hasta qué punto se desarrolló la comprensión teórica de los procesos de IA (como definición o demostración de estándares, o etiquetado de partes de un modelo de aprendizaje automático) y (2) en qué medida utilizaban los estudiantes algoritmos de IA existentes para producir resultados (por ejemplo, entrenar un clasificador). Como ejemplos de técnicas de IA se mencionaron el aprendizaje automático en general, el aprendizaje supervisado y no supervisado, el aprendizaje por refuerzo, el aprendizaje profundo y las redes neuronales. |
|                                     | Comprensión y uso de las tecnologías de IA             | Las tecnologías de IA son, en general, aplicaciones orientadas al ser humano que pueden ofrecerse "como servicio". Se mencionaron como ejemplos el procesamiento de lenguaje natural (PLN) y la visión artificial (VA). Se preguntó a los entrevistados en qué medida los estudiantes utilizaban las tecnologías de IA existentes para completar tareas o proyectos, y si estudiaban o no los procesos de creación de tales tecnologías.                                                                                                                                 |
|                                     | Desarrollo de tecnologías de IA                        | El desarrollo de tecnologías de IA se ocupa de la creación de nuevas aplicaciones de la misma que puedan abordar un desafío social u ofrecer un nuevo tipo de servicio. Se trata de un campo especializado que requiere conocimiento de una serie de técnicas y habilidades complejas en codificación, Matemáticas (en particular estadísticas) y Ciencia de Datos.                                                                                                                                                                                                      |

Fuente: UNESCO (2021b)

## Asignaciones de tiempo para categorías del currículo de IA

Cabe señalar que existe cierta ambigüedad en cuanto a lo que podría considerarse parte del currículo de IA. En particular, en los países en los que la IA está integrada en los currículos de TIC, es posible que los entrevistados no incluyan la alfabetización en datos o algoritmos y programación como parte del componente de IA, teniendo en cuenta que ellos consideran que forman parte del currículo de TIC. Esto también afecta a las respuestas sobre asignación de horas, que en algunos currículos puede no incluir todos los aspectos relacionados con la IA. Por lo tanto, las respuestas a esta sección deben interpretarse como contenido de IA en un currículo o componente curricular en función de los conocimientos de los entrevistados.

Con respecto a los currículos impulsados por los gobiernos, los representantes oficiales informaron sus estimaciones sobre el porcentaje de tiempo asignado en base a su conocimiento del currículo y del sistema educativo. Algunos entrevistados no consiguieron estimar porcentajes debido a la descentralización de las decisiones sobre asignación de tiempo o integración en las disciplinas. Además, en el caso de algunos currículos, como los de IBM, Intel, Microsoft y el MIT, las asignaciones porcentuales fueron calculadas por los

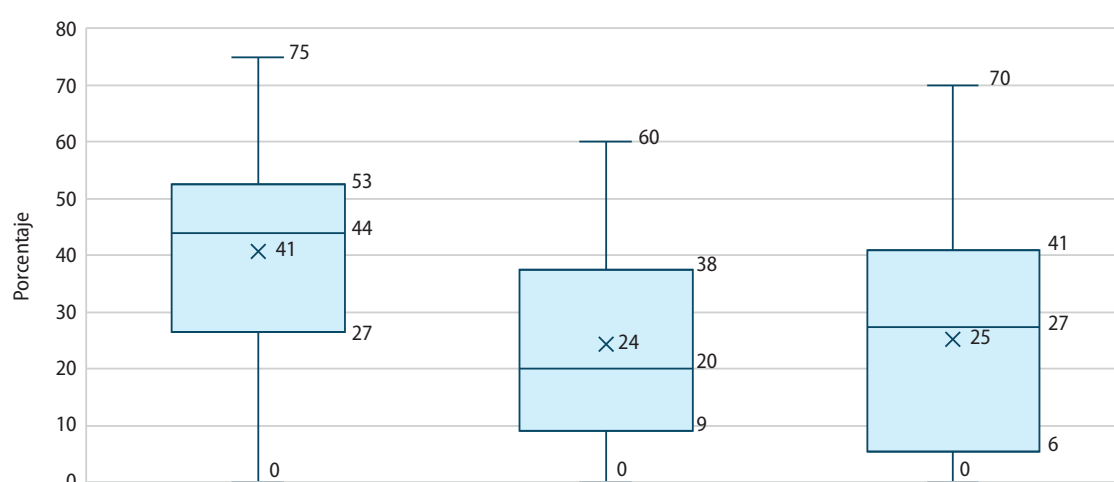
investigadores a partir del contenido curricular que les fue ofrecido, no correspondiendo los datos a las estimaciones de los entrevistados.

Finalmente, no todos los porcentajes de los currículos sumaban 100%, ni tampoco el total de los países respondió a las solicitudes aclaratorias o enviaron información adicional sobre estos desafíos en encuestas de seguimiento. Por lo tanto, para algunos currículos, existió un porcentaje y/o una asignación de tiempo que fue catalogado como “no especificado”.

## Cobertura de categorías curriculares de IA

Los “Fundamentos de IA,” que abarcan algoritmos y programación, alfabetización en datos y resolución de problemas contextuales, constituyeron la base de la mayoría de los currículos, representando un promedio combinado del 41% del tiempo asignado a la temática. El tiempo restante del currículo fue dividido casi en partes iguales entre “Ética e impacto social” (con un promedio del 24% de las horas) y “Comprensión, uso y desarrollo de IA” (con un promedio del 25%). La **Figura 7** muestra una comparación de las tres áreas mencionadas.

**Figura 7. Diagrama de caja de las áreas focales por porcentaje de horas del currículo (n = 21)<sup>21</sup>**



Fuente: UNESCO (2021b)

Al considerarse la asignación de tiempo total en cantidad de horas en vez de porcentajes, resulta más claro observar que en numerosos currículos, la mayor parte de las horas es aplicada a “Fundamentos de IA”. Esta área recibe más

del triple de horas asignadas que “Ética e impacto social”, y más del doble de “Comprensión, uso y desarrollo de IA” (véase la **Tabla 9**).

<sup>21</sup> No fueron informados los porcentajes asignados a uno de los currículos de la República de Corea y al del Territorio de Yukón (Canadá).

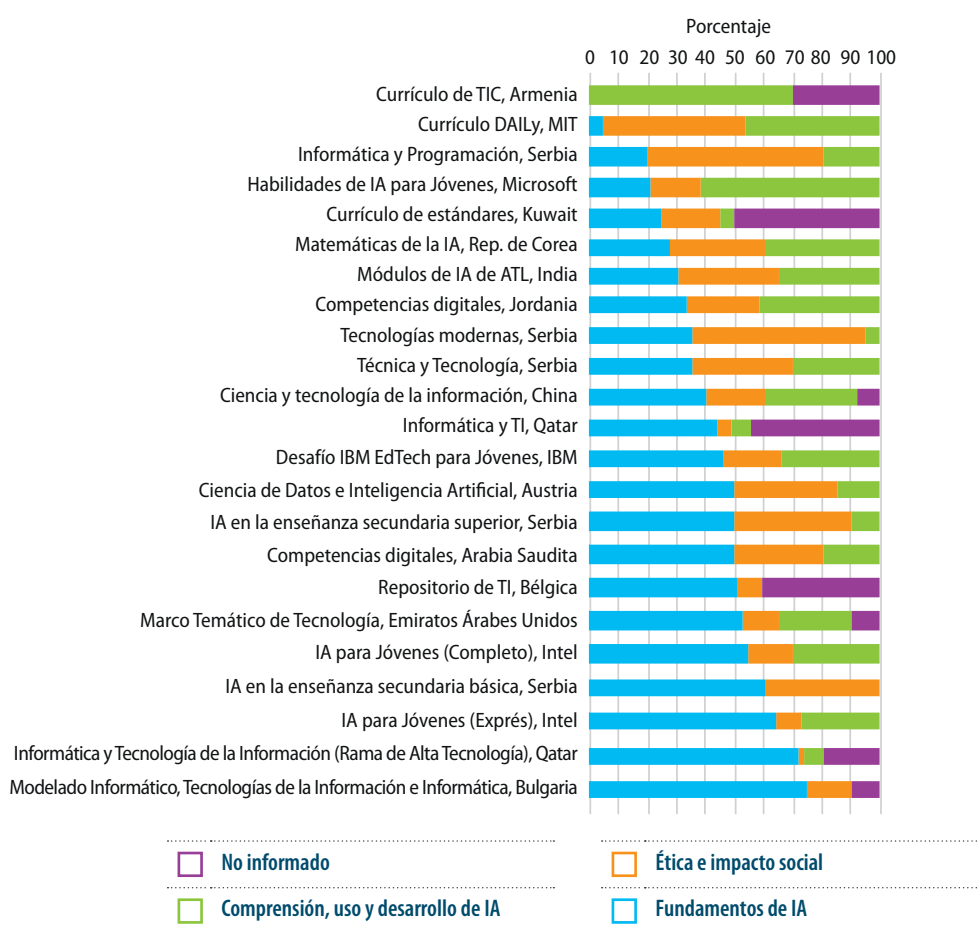
**Tabla 9. Participación curricular por área temática**

|                                                                             | Fundamentos de IA | Ética e impacto social | Comprensión, uso y desarrollo de IA |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Cantidad de currículos que abordan el área temática (n = 21)                | 20                | 20                     | 18                                  |
| Rango horario                                                               | 0–432             | 0–185                  | 0–465                               |
| Distribución promedio de horas (todos)                                      | 99.8              | 29.7                   | 39.0                                |
| Distribución promedio de horas (para los que cuentan con horas asignadas)   | 104.8             | 31.2                   | 45.5                                |
| Mediana de distribución de horas (para los que cuentan con horas asignadas) | 31.3              | 13.7                   | 11.9                                |

Fuente: UNESCO (2021b)

Como se entiende a partir de la distribución en la **Figura 8** y por los intervalos presentados en la **Tabla 8**, los currículos poseen diferentes perfiles de foco. Los Fundamentos de IA comprendieron entre 0% y 75%

del tiempo curricular asignado; Ética e impacto social, entre 0% y 60%; y Comprensión, uso y desarrollo de IA, entre 0% y 70%.

**Figura 8. Asignación del tiempo curricular por área temática (n = 23)**

Fuente: UNESCO (2021b)

Considerando la asignación de tiempo en horas, tanto en términos absolutos como porcentuales, podemos concluir en que los currículos con foco en Ética e impacto social suelen tener menores asignaciones de tiempo

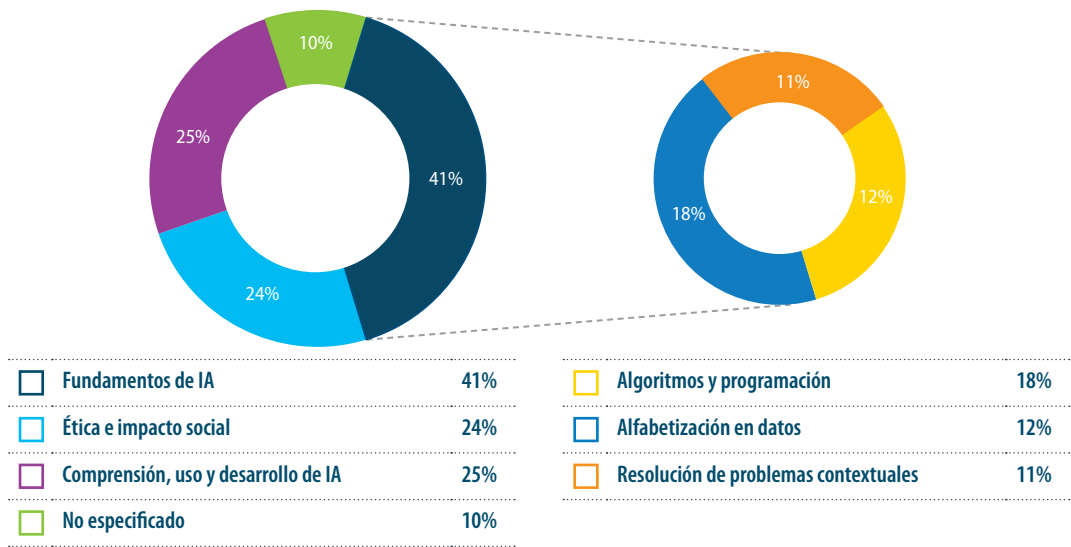
que los currículos enfocados en Fundamentos de IA o Comprensión, uso y desarrollo de IA. A continuación se examinan más detenidamente los subtemas incluidos en cada área.

Fundamentos de IA

La categoría Fundamentos de IA incluye Alfabetización en datos, Algoritmos y programación y Resolución de problemas contextuales. De un modo general, a Fundamentos de IA le corresponde el 41% de la distribución temporal total, y la mayor parte de este se dedicó a algoritmos y programación, seguido casi en partes iguales por alfabetización en datos y resolución de problemas contextuales.

Solamente un currículo no contaba con tiempo asignado para la categoría Fundamentos de IA: el Currículo de TIC, de Armenia. Este currículo dedicó un total de siete horas al involucramiento con la IA como parte de la disciplina básica de TIC en la enseñanza secundaria básica y superior. La **Figura 9** ofrece una visión detallada de los componentes de Fundamentos de IA y sus asignaciones porcentuales.

Figura 9. Asignaciones porcentuales para Fundamentos de IA (n = 21)



Fuente: UNESCO (2021b)

El área temática de algoritmos y programación resultó cubierta por 21 de los 23 currículos, siendo las excepciones el Currículo de TIC de Armenia y el Desafío IBM EdTech para Jóvenes de IBM. Otros seis currículos asignaron a esta área el 10% o menos del tiempo de enseñanza de IA. En el otro extremo del espectro, el currículo Modelado Informático, Tecnologías de la Información e Informática, de Bulgaria, dedica el 65% del tiempo de enseñanza al tópico. En general, los currículos fueron menos propensos

a incluir la Resolución de problemas contextuales. Sin embargo, los currículos que sí la incluyen, le dedican un promedio de 42.5 horas. Se trata de currículos atípicos que asignan mucho tiempo a la Resolución de problemas contextuales como parte de un ciclo de aprendizaje basado en proyectos. La **Tabla 10** muestra la cantidad de currículos que cubren cada una de estas áreas temáticas, junto con sus rangos de horas y asignaciones de tiempo promedio.

Tabla 10. Participación curricular de la categoría Fundamentos de IA, por área temática

|                                                                           | Algoritmos y programación | Resolución de problemas contextuales | Alfabetización en datos |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Cantidad de currículos que abordan el área temática (n = 21)              | 19                        | 14                                   | 17                      |
| Rango horario                                                             | 0 – 269                   | 0 – 198                              | 0 – 78                  |
| Promedio de horas asignadas (todos)                                       | 50.0                      | 28.3                                 | 21.5                    |
| Promedio de horas asignadas (para los que cuentan con horas asignadas)    | 55.3                      | 42.5                                 | 26.5                    |
| Mediana de asignación de horas (para los que cuentan con horas asignadas) | 10.8                      | 18.6                                 | 25.5                    |

Fuente: UNESCO (2021b)

Ética e impacto social

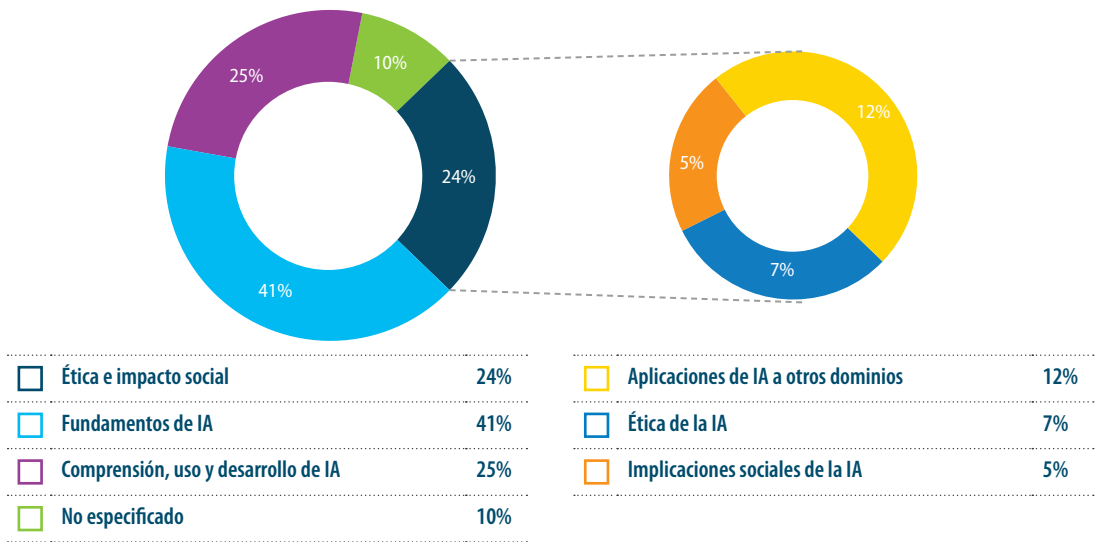
Los temas de la categoría Ética e impacto social incluyen a la Ética de la IA, las Implicaciones sociales de la IA y las Aplicaciones de la IA a otros dominios, siendo este último tópico de particular relevancia para las interacciones cotidianas que niños y adultos tendrán con la IA.

En general, esta categoría representó el 24% del contenido en promedio, aunque con rango diverso de aplicación de tiempo, desde cero horas en el Currículo de TIC de Armenia hasta 185 horas en el Currículo de Estándares de Kuwait. En términos porcentuales, el currículo Informática y Tecnología de la Información (Rama de Alta Tecnología) de Qatar le asignó menos del 5%, en tanto que, en el otro extremo del espectro, el currículo Informática y

Programación de Serbia y Competencias Digitales de Jordania le asignaron el 60% del total temporal al área temática. Sin embargo, en términos de cantidad de horas, el currículo de Qatar le asignó 12 a esta categoría, mientras que los de Serbia y Jordania le asignaron apenas 2 horas.

Si se consideran las áreas temáticas de esta categoría, queda claro que la mitad del tiempo está dedicado a las Aplicaciones de la IA a otros dominios, con un promedio global del 5% asignado a Implicaciones sociales y del 7% a Ética (véase la **Figura 10**). Cabe señalar que en los dos currículos de Qatar, las Aplicaciones de la IA a otros dominios son abordadas como parte de Matemáticas, Lengua y Ciencias, aunque no se especifica el porcentaje dedicado a cada asignatura.

Figura 10. Asignaciones porcentuales para Ética e impacto social (n = 21)



Fuente: UNESCO (2021b)

En promedio, se asignaron menos horas a Ética e impacto social que a Fundamentos de IA, y el porcentaje de asignación a Aplicaciones de la IA a otros dominios es muy superior al de Ética o Implicaciones sociales. Sin embargo, un análisis más detallado muestra que esta discrepancia obedece a la combinación de una cantidad inferior de currículos que abordan estos dos últimos tópicos y de

currículos con una mayor asignación total de horas que incorporan estas dos áreas en porcentajes bajos. Como resultado, cuando solo son considerados los currículos que abordan cada área temática, el promedio de horas asignadas a los tres es prácticamente igual, y el promedio de horas asignadas a Aplicación de la IA a otros dominios resulta ser el más bajo (véase la **Tabla 11**).

Tabla 11. Participación curricular de la categoría Ética e impacto social, por área temática

|                                                                           | Aplicaciones de IA a otros dominios | Ética de la IA | Implicaciones sociales de la IA |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| Cantidad de currículos que abordan el área temática (n = 21)              | 18                                  | 17             | 12                              |
| Rango horario                                                             | 0–92                                | 0–54           | 0–78                            |
| Promedio de horas asignadas (todos)                                       | 11.9                                | 10.8           | 8.1                             |
| Promedio de horas asignadas (para los que cuentan con horas asignadas)    | 14.1                                | 13.3           | 14.2                            |
| Mediana de asignación de horas (para los que cuentan con horas asignadas) | 5.2                                 | 6              | 7.3                             |

Fuente: UNESCO (2021b)

Los datos brindan algunas ideas importantes acerca de la manera en la que los currículos aprobados por los gobiernos cubren estas áreas temáticas.

- En primer lugar, no todos los currículos abordan las áreas temáticas de esta categoría y solo 12 incluyen Implicaciones sociales.
- En segundo lugar, las personas encargadas de formular currículos parecen creer que los conceptos y los resultados de aprendizaje de los tres tópicos pueden alcanzarse con una cantidad reducida de horas.
- Esta categoría tiende a constituirse en una parte pequeña de los currículos más extensos, representando menos del 10% de las 144 horas del currículo Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial de Austria, de los dos currículos de Informática y Tecnología de la Información de Qatar (ambos con 600 horas), y de las 680 horas del Repositorio de TI de la Bélgica francófona.
- Finalmente, esta categoría tiende a atraer un alto porcentaje de dedicación por parte de los currículos con las asignaciones horarias más reducidas. Para los cuatro currículos con las asignaciones totales más restringidas,

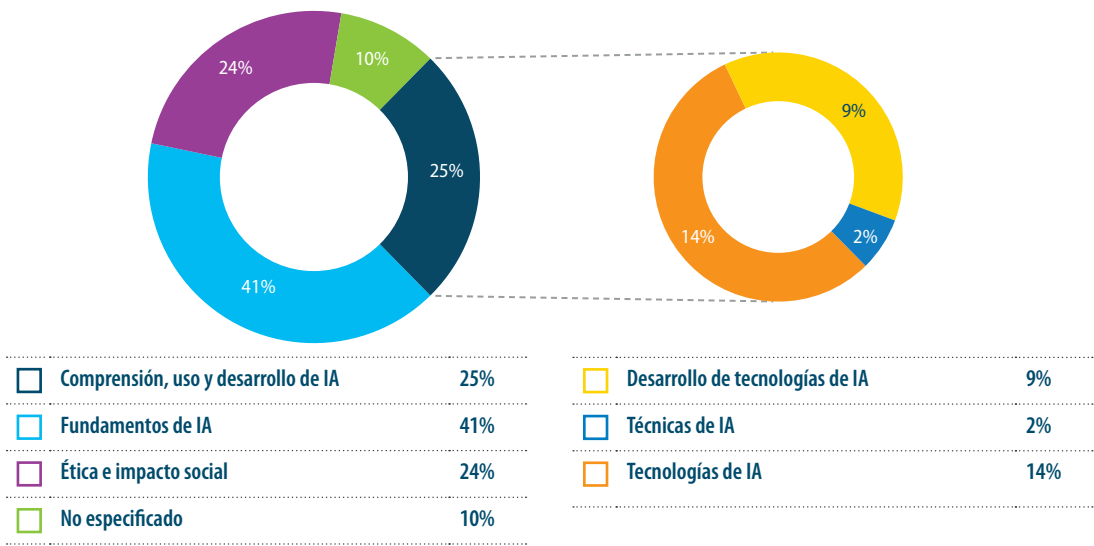
Ética e impacto social representa un promedio del 45% del tiempo curricular, donde las Aplicaciones de IA a otros dominios representan un 33%, Ética de la IA representa un 10% e Implicaciones sociales se queda con un 1.5%.

Comprensión, uso y desarrollo de la IA

Esta categoría incluye los tópicos de Comprensión y uso de técnicas de IA (como Aprendizaje Automático, Aprendizaje Profundo, Árboles de Decisión y Redes Neuronales); Comprensión y uso de herramientas de IA existentes (como Visión Artificial, Clasificadores, PLN y generadores de GAN); y Desarrollo de tecnologías de IA, que tratan sobre programación de IA y apuntan a la creación de nuevas herramientas o técnicas.

“Comprensión, uso y desarrollo de la IA” estuvo representado en el 25% de los currículos. Técnicas de IA representaba más de la mitad de esta categoría, mientras que Desarrollo de IA fue, en promedio, el tema menos abordado, con una asignación promedio de tan solo el 2% (véase la Figura 11).

Figura 11. Asignaciones porcentuales para Comprensión, uso y desarrollo de IA (n = 21)



Fuente: UNESCO (2021b)

De manera similar a lo que ocurre con las constataciones sobre Resolución de problemas contextuales e Implicaciones sociales de la IA, el bajo compromiso para desarrollar Tecnologías de IA se debe en gran medida a que pocos currículos trabajan sobre este aspecto. Apenas seis de ellos lo consideraron, con asignaciones que variaron entre el 2% y el 14%. De ellos, solo cuatro informaron más de 10 horas de involucramiento con el área: el currículo de Ciencia y Tecnología de la Información, de China, IA para Jóvenes: Programa Global de Preparación para la IA (versión

completa), de Intel, Habilidades de IA para Jóvenes, de Microsoft; e Informática y Tecnologías de la Información (Rama de Alta Tecnología), de Qatar. Tres de estos cuatro currículos requieren al menos de 150 horas de estudio anuales. En las entrevistas, algunos representantes de dichos países indicaron que consideraban que el papel de la educación primaria era exponer a los estudiantes a la IA y a sus aplicaciones en el plano laboral y en la vida cotidiana, considerando ellos que el Desarrollo de la IA es un tema más adecuado para la educación terciaria especializada.

Los entrevistados destacaron que los currículos sobre Desarrollo de la IA deben basarse adecuadamente en los conocimientos relevantes de la materia. El ejemplo más citado fue el de las Matemáticas, siendo imprescindible un ajuste entre los principios matemáticos y las expectativas en torno al uso de la codificación y los algoritmos. Las respuestas en torno a este requisito varían. Portugal es un ejemplo de aquellos países que han incorporado gran parte de sus resultados de aprendizaje de IA en “Pensamiento computacional” dentro de la asignatura de Matemáticas, en tanto que China ha elaborado su currículo de TIC en función de los requisitos de la disciplina de Matemáticas en cada año escolar. Al formular un currículo

para la educación secundaria superior que involucrara en mayor medida al Desarrollo de la IA, el MIT hizo foco inicialmente en las asignaturas de Ciencias, para luego percatarse de que los docentes de estas asignaturas están más interesados en las Aplicaciones de la IA que en su desarrollo. El MIT está considerando la posibilidad de que los docentes de Matemáticas se encuentren más familiarizados con la teoría computacional que sustenta el desarrollo de la IA.

La **Tabla 12** muestra los promedios, las medianas y los rangos horarios asignados a las áreas temáticas de Comprensión, uso y desarrollo de la IA.

**Tabla 12. Participación curricular de la categoría Comprensión, uso y desarrollo de la IA, por área temática**

|                                                                          | Desarrollo de tecnologías de IA | Understanding/using AI<br>Comprensión y uso de las técnicas de IA | Comprensión y uso de las tecnologías de IA existentes |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Cantidad de currículos que abordan el área temática (n = 21)             | 6                               | 18                                                                | 12                                                    |
| Rangos horarios                                                          | 0–30                            | 0–128                                                             | 0–307.5                                               |
| Promedio de horas asignadas (todos)                                      | 3.3                             | 14.6                                                              | 21.1                                                  |
| Promedio de horas asignadas (para los que cuentan con horas asignadas)   | 11.7                            | 17.0                                                              | 36.9                                                  |
| Mediana de asignación horaria (para los que cuentan con horas asignadas) | 11.3                            | 5.5                                                               | 11.1                                                  |

Fuente: UNESCO (2021b)

Es interesante señalar que existe una preferencia por las Técnicas de IA por sobre las Tecnologías de IA. Esto debe interpretarse en el contexto de que existen herramientas de IA diseñadas específicamente para ayudar a los estudiantes a analizar y comprender las Técnicas de IA a través de un aprendizaje activo o experimental, como ocurre con las herramientas Teachable Machine y MachineLearning4Kids. Herramientas de IA como estas fueron citadas como recursos en el currículo Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial, de Austria; el Currículo de TIC, de Armenia, el Modelado Informático, Tecnologías de la Información e Informática, de Bulgaria, el Desafío IBM EdTech para Jóvenes, de IBM, los dos currículos IA para Jóvenes, de Intel, los módulos de IA del ATL, de la India; el Currículo DAILY, del MIT; el currículo Habilidades de IA para Jóvenes, de Microsoft; los dos currículos de Informática y Tecnología de la Información, de Qatar, del Marco Temático de Tecnología, de los Emiratos Árabes Unidos, y el currículo Diseño, Habilidades y Tecnologías aplicadas del Territorio de Yukón, Canadá.

### Ejemplo: contenido curricular de IA en Austria

“La educación moderna y los procesos de trabajo difícilmente sean concebibles sin la utilización de tecnologías digitales, y con su efectiva participación en nuestra sociedad.”

– Currículo de Educación Digital, Austria (Ministerio Federal de Asuntos Digitales y Económicos, Austria, 2018)

El currículo austriaco Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial incluye nociones digitales básicas, tales como el uso de un sistema operativo capaz de almacenar e imprimir archivos, diseñar presentaciones y utilizar planillas de cálculo y programas de procesamiento de textos. También integra el diseño y la reflexión sobre diversas cuestiones sociales en los medios digitales, así como el uso seguro de estos últimos.

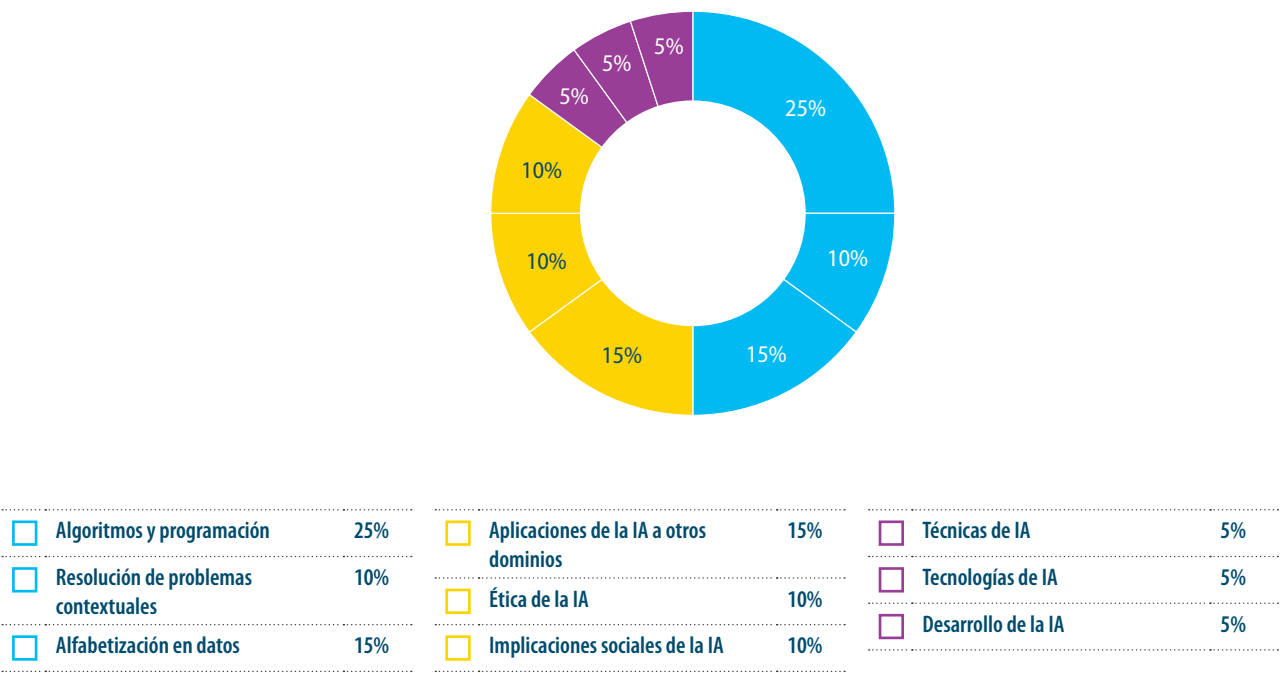
Los estudiantes de educación secundaria superior se enfrentan a lenguajes de programación, algoritmos y simulaciones. Aprenden los principios básicos de la Alfabetización en datos, incluyendo su recopilación, la estructuración de una hoja de cálculo y la realización de análisis y visualizaciones. Aplican criterios para evaluar la credibilidad y confiabilidad de las fuentes de datos y de los contenidos digitales. Se espera que los estudiantes

conozcan las profesiones relacionadas con las TIC, incluida la IA, y las aplicaciones sociales de las tecnologías emergentes. Crean medios digitales y aprenden sobre la nube y acerca de cómo conectar computadoras en red. También adquieren conocimientos sobre los dilemas éticos asociados al uso de estas tecnologías y se convierten en participantes activos en el discurso social sobre tales cuestiones. Finalmente, los estudiantes se enfrentan a la tarea de utilizar la tecnología para hacer declaraciones públicas y comprender de qué manera esto se refleja en el proceso democrático.

El currículo es impartido en las escuelas como asignatura obligatoria para la obtención de créditos, y

está compuesto por 144 horas de aprendizaje. El 50% del tiempo asignado, es decir, 72 horas, es aplicado a Fundamentos de IA; el 25% a Algoritmos y programación, el 10% a Resolución de problemas contextuales, y el 15% a Alfabetización en datos. Ética e impacto social ocupan el 35% del tiempo, es decir, 50 horas curriculares. El 15% se emplea en Aplicación de la IA a otros ámbitos, y el 10% a Ética de la IA e Implicaciones sociales de la IA. El 15% restante se emplea para Comprensión, uso y desarrollo de IA, repartido en partes iguales con 7 horas asignadas a cada uno de sus subtemas (Comprensión y uso de técnicas de IA, Comprensión y uso de tecnologías de IA y Desarrollo de IA). La **Figura 12** muestra la distribución porcentual por áreas temáticas de este currículo austriaco.

Figura 12. Asignación porcentual por área temática



Fuente: Ministerio Federal de Asuntos Digitales y Económicos, Austria, 2018.

## Resultados de aprendizaje de los currículos de IA

### Metodología para analizar los resultados de aprendizaje

Para construir esta sección, los resultados de aprendizaje de los currículos fueron obtenidos a través de un análisis de los marcos de acción y los programas de estudio. De conformidad con los objetivos de esta investigación, los currículos no fueron analizados de forma comparativa, sino que se examinaron en conjunto para mapear sus particularidades en todos los niveles educativos. Los resultados muestran los tipos de participación que habían sido mencionados como objetivos curriculares. Es importante señalar que en esta sección no se establecen afirmaciones sobre lo que debería o no debería incluirse o considerarse en un currículo de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria, sino que simplemente representa lo que abarcan las prácticas actuales.

Además de los resultados de aprendizaje presentados en esta sección, algunos currículos abordan ciertas competencias que resultan necesarias para el trabajo posterior en el estudio avanzado de tecnología, pero que no están directamente relacionadas con la IA. Dichas competencias incluyen familiarizarse con las computadoras y sus sistemas operativos, desarrollar un conocimiento de Internet como vehículo de intercambio de información; utilizar programas informáticos para trabajar con texto, sonido, fotos y gráficos; crear y compartir contenido audiovisual a través de las TIC; practicar habilidades de tipeo; utilizar programas que hagan posible la colaboración y comprender las redes de computadoras.

### Marco de referencia para la categorización de resultados de aprendizaje

La presentación de esta sección corresponde a los principales aspectos de la educación basada en competencias. La OCDE (2016) define “competencia” como una combinación de conocimientos, habilidades, valores y actitudes que se ejecuta para satisfacer demandas complejas en un contexto particular. Aunque sea importante no perder de vista las interrelaciones entre los dominios cognitivo, psicomotor y afectivo, a fin de facilitar la referencia, este informe se centra en los resultados de aprendizaje de los currículos en tres partes: (i) conocimiento, (ii) habilidades y (iii) valores y actitudes.

La dimensión conocimiento refiere a las exigencias cognitivas generales y específicas de un dominio, consideradas necesarias para el desarrollo de habilidades. En general, los resultados del conocimiento suelen involucrar verbos como “conocer”, “entender”, “reflexionar” y “comparar”. Las habilidades tienen que ver con los aspectos psicomotores, y los resultados relacionados a ellas usualmente incluyen verbos como “utilizar”, “crear”, “construir”, “revisar” y “escribir”. En esta clasificación, las habilidades también incluyen el análisis y la revisión de dispositivos y productos tecnológicos. Los valores comprenden los principios orientadores que determinan de qué manera son determinadas las prioridades al tomar una decisión o emprender una acción y, conjuntamente con las creencias, constituyen la base de las actitudes y los atributos y su influencia en el comportamiento (OIE, 2013). Los valores y atributos pueden ser implícitos y no estar enunciados o declarados explícitamente en los currículos, o bien estar integrados a los resultados de aprendizaje a través de adjetivos como “creativo” o “independiente” o ser parte de estructuras de sustantivos adjetivados tales como “pensamiento crítico”.

En los foros y la literatura internacionales se hace cada vez más énfasis en el desarrollo de valores. El propósito de este texto no es cuestionar la viabilidad o la lógica de la incorporación de valores a la educación, sino destacar los valores y actitudes entrelazados implícita o explícitamente en los currículos de IA. Sin embargo, es importante mencionar una característica clave de los valores. Estos no se constituyen en atributos inmutables. Pueden cambiar, según el contexto o la situación (Haste, 2004, 2018). Por lo tanto, los valores presentados en esta sección deben entenderse dentro de los contextos del conjunto limitado (aunque diverso) de los países estudiados en la presente investigación.

Este informe presenta los valores implícitos y explícitos de los currículos analizados en cuatro categorías presentadas por la OCDE (2019): personal, que trata sobre el modo en que se definen y persiguen los objetivos individuales; social, referido a las relaciones interpersonales; de la sociedad, que comprende las prioridades compartidas de las culturas o sociedades y pueden estar consagradas en la ley; y humana, o valores que reflejan prioridades compartidas que trascienden las fronteras nacionales y culturales.

Los resultados del conocimiento y las habilidades están sistematizados en las categorías y áreas temáticas presentadas en la sección anterior (llamada “Contenido del currículo de IA”). Las categorías son: Fundamentos de la IA, que incluye las áreas temáticas de algoritmos y programación, Resolución de problemas contextuales y

Alfabetización en datos; Comprensión, uso y desarrollo de la IA, que comprende las áreas temáticas de Técnicas de IA, Tecnologías de IA existentes y Desarrollo de nuevas tecnologías de IA; y Ética e impacto social, que abarca las áreas temáticas de Aplicaciones de la IA en otros dominios, Ética de la IA e Implicaciones sociales de la IA.

## Mapeo de resultados de aprendizaje por categorías de IA

### Conocimiento

Tabla 13. Mapeo de resultados del conocimiento

| Dominio                              | Subdominio                                                                                | Resultados de aprendizaje                                                                                                                                      | Niveles educativos implicados                                                            |                   |                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                      |                                                                                           |                                                                                                                                                                | Primaria                                                                                 | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Fundamentos de IA                    |                                                                                           |                                                                                                                                                                |                                                                                          |                   |                     |
| Algoritmos                           | Pensamiento computacional                                                                 | Entiende la abstracción.                                                                                                                                       | X                                                                                        |                   |                     |
|                                      |                                                                                           | Entiende la descomposición en partes.                                                                                                                          | X                                                                                        |                   |                     |
|                                      |                                                                                           | Explica los roles de descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y algoritmos en la computación.                                                   |                                                                                          | X                 |                     |
|                                      |                                                                                           | Descubre puntos comunes y reglas (estándares) en instrucciones.                                                                                                |                                                                                          |                   | X                   |
|                                      | Definiciones y aplicaciones de algoritmos                                                 | Entiende qué son y qué hacen los algoritmos.                                                                                                                   | X                                                                                        | X                 | X                   |
|                                      |                                                                                           | Entiende que los algoritmos de aprendizaje son conjuntos de instrucciones creadas por humanos para modificar una entrada con la intención de crear una salida. |                                                                                          | X                 |                     |
|                                      |                                                                                           | Identifica ejemplos de tipos de algoritmos (clasificadores, generadores, regresión).                                                                           |                                                                                          | X                 |                     |
|                                      |                                                                                           | Reconoce y describe aplicaciones cotidianas de algoritmos.                                                                                                     |                                                                                          |                   | X                   |
|                                      |                                                                                           | Reconoce la importancia de los algoritmos en los procesos digitales automatizados.                                                                             |                                                                                          |                   | X                   |
|                                      |                                                                                           | Componentes y procesos de los algoritmos                                                                                                                       | Comprende las partes de un algoritmo (entrada, etapas de cambios en la entrada, salida). |                   | X                   |
|                                      | Comprende el proceso de entrenar, testear e implantar algoritmos.                         |                                                                                                                                                                |                                                                                          | X                 |                     |
|                                      | Compara y contrasta la búsqueda y clasificación de algoritmos.                            |                                                                                                                                                                |                                                                                          |                   | X                   |
|                                      | Analiza el flujo de ejecución de un algoritmo recursivo.                                  |                                                                                                                                                                |                                                                                          |                   | X                   |
|                                      | Entiende algoritmos de regresión.                                                         |                                                                                                                                                                |                                                                                          |                   | X                   |
|                                      | Compara de qué modo las estructuras de datos avanzadas son utilizadas por los algoritmos. |                                                                                                                                                                |                                                                                          |                   | X                   |
| Programación                         | Lenguajes de programación                                                                 | Desarrolla el conocimiento de herramientas de programación basadas en bloques y de otros tipos.                                                                |                                                                                          | X                 |                     |
|                                      |                                                                                           | Reconoce diferentes lenguajes de programación y procesos de producción.                                                                                        |                                                                                          | X                 | X                   |
|                                      | Representación y simulaciones                                                             | Entiende el razonamiento basado en reglas.                                                                                                                     |                                                                                          | X                 |                     |
|                                      |                                                                                           | Desarrolla una conciencia sobre los procesos iterativos en la creación de dispositivos.                                                                        |                                                                                          |                   | X                   |
|                                      |                                                                                           | Desarrolla conocimiento sobre simulaciones/modelos/abstracciones computacionales de sistemas físicos del mundo real.                                           |                                                                                          | X                 |                     |
|                                      |                                                                                           | Reflexiona sobre los límites y las posibilidades de las simulaciones.                                                                                          |                                                                                          |                   | X                   |
| Resolución de problemas contextuales |                                                                                           | Analiza y evalúa el potencial y la aplicabilidad de diversos abordajes de IA para problemas prácticos.                                                         |                                                                                          | X                 |                     |

| Dominio                                | Subdominio                              | Resultados de aprendizaje                                                                                                                                                                          | Niveles educativos implicados |                   |                     |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                        |                                         |                                                                                                                                                                                                    | Primaria                      | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Alfabetización en datos                |                                         | Entiende tendencias de datos.                                                                                                                                                                      | X                             |                   |                     |
|                                        |                                         | Comprende los principios y procesos de la recolección de datos y del análisis simple.                                                                                                              | X                             |                   |                     |
|                                        |                                         | Comprende de qué modo recolectar, procesar, analizar e informar en base a datos.                                                                                                                   |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Comprende los diversos tipos de fuentes de información.                                                                                                                                            |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Describe la estructura básica de una tabla en una planilla de cálculo.                                                                                                                             |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Describe las características de los datos y la información.                                                                                                                                        |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Evalúa las capacidades de gestión del <i>big data</i> (por ejemplo, los procesos de almacenamiento).                                                                                               |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Discute las ventajas e inconvenientes del almacenamiento de <i>big data</i> en la nube.                                                                                                            |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Compara datos estructurados y no estructurados.                                                                                                                                                    |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Explora técnicas de codificación para representar datos de forma eficiente.                                                                                                                        |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Desarrolla una consciencia sobre de qué modo la transformación y presentación de grandes conjuntos de datos, a través de la visualización y modelado, puede utilizarse para la toma de decisiones. |                               |                   | X                   |
| Comprensión, uso y desarrollo de la IA |                                         |                                                                                                                                                                                                    |                               |                   |                     |
| Técnicas de IA                         | Definiciones y componentes de la IA     | Entiende la IA "débil" y la "fuerte".                                                                                                                                                              | X                             |                   |                     |
|                                        |                                         | Describe términos básicos relacionados con la IA.                                                                                                                                                  |                               | X                 |                     |
|                                        |                                         | Entiende qué es IA (y qué no lo es).                                                                                                                                                               |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Comprende las partes de la IA (conjunto de datos, algoritmo de aprendizaje, predicción).                                                                                                           |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Comprende y utiliza términos básicos y generales relacionados con la IA y el aprendizaje automático.                                                                                               |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Describe los recursos básicos de la IA.                                                                                                                                                            |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Entiende que la IA posee algoritmos subyacentes.                                                                                                                                                   |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Comprende la convergencia en la IA.                                                                                                                                                                |                               |                   | X                   |
|                                        | Uso de datos en IA                      | Explica cómo se utilizan los datos para realizar predicciones.                                                                                                                                     |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Describe el flujo de datos a través de una red de aprendizaje profundo para problemas de clasificación.                                                                                            |                               | X                 | X                   |
|                                        | Historia de la IA                       | Conoce la historia de la IA y su evolución a lo largo del tiempo.                                                                                                                                  |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Entiende los distintos abordajes para el desarrollo de la IA.                                                                                                                                      |                               |                   | X                   |
|                                        | Comprensión del funcionamiento de la IA | Explica los tipos de técnicas de IA y su funcionamiento (supervisada, no supervisada, refuerzo, AA/AP).                                                                                            |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Entiende cómo funcionan las redes neuronales y sus componentes (alimentación de avance, evaluación de precisión de una predicción, retropropagación).                                              |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Comprende los conceptos y desafíos de la inteligencia artificial general.                                                                                                                          |                               | X                 | X                   |
|                                        |                                         | Conoce cómo funcionan las GAN e identifica sus partes.                                                                                                                                             |                               |                   | X                   |
|                                        |                                         | Explica las búsquedas heurísticas y su funcionamiento.                                                                                                                                             |                               |                   | X                   |

| Dominio                                 | Subdominio                           | Resultados de aprendizaje                                                                                             | Niveles educativos implicados |                   |                     |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                         |                                      |                                                                                                                       | Primaria                      | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Tecnologías de IA                       | Percepción computacional y humana    | Compara la percepción computacional y la humana.                                                                      | X                             |                   |                     |
|                                         |                                      | Entiende el reconocimiento computacional.                                                                             | X                             |                   |                     |
|                                         |                                      | Entiende los métodos de medición con sensores.                                                                        |                               | X                 |                     |
|                                         |                                      | Entiende el papel de los sensores en la recolección de datos.                                                         |                               |                   | X                   |
|                                         |                                      | Entiende la diferencia entre IA e inteligencia humana.                                                                |                               |                   | X                   |
|                                         | Comprensión de las tecnologías de IA | Explora la tecnología y las herramientas de IA (por ejemplo, el clasificador).                                        | X                             |                   |                     |
|                                         |                                      | Entiende los procesos de creación y uso del PLN.                                                                      |                               | X                 | X                   |
|                                         |                                      | Explora los principios de los datos para el PLN.                                                                      |                               |                   | X                   |
|                                         |                                      | Entiende los sistemas autónomos.                                                                                      |                               |                   | X                   |
|                                         |                                      | Entiende los sistemas de recomendación y la tecnología que los respalda.                                              |                               |                   | X                   |
|                                         |                                      | Entiende el proceso de creación y uso de la visión artificial.                                                        |                               |                   | X                   |
|                                         |                                      | Desarrolla una comprensión de las tecnologías avanzadas (IoT, computación en la nube).                                |                               |                   | X                   |
|                                         |                                      | Compara y contrasta el sistema operativo de un dispositivo de IoT con un típico sistema operativo de escritorio.      |                               |                   | X                   |
| Desarrollo de la IA                     | Pensamiento de diseño                | Entiende el pensamiento de diseño.                                                                                    |                               | X                 | X                   |
|                                         | Desarrollo de productos              | Entiende el ciclo de desarrollo de productos.                                                                         |                               |                   | X                   |
| Ética e impacto social                  |                                      |                                                                                                                       |                               |                   |                     |
| Aplicaciones de la IA en otros dominios |                                      | Identifica/explica casos de uso y aplicaciones de la IA en la vida cotidiana.                                         | X                             | X                 | X                   |
|                                         |                                      | Describe de qué modo la IA impulsa numerosos programas informáticos y sistemas físicos.                               |                               |                   | X                   |
|                                         |                                      | Entiende los nuevos avances y aplicaciones de la IA.                                                                  |                               |                   | X                   |
|                                         |                                      | Conoce áreas importantes de aplicación en las profesiones relacionadas con la IA y las tecnologías de la información. |                               |                   | X                   |

| Dominio        | Subdominio                               | Resultados de aprendizaje                                                                                                                       | Niveles educativos implicados |                   |                     |
|----------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
|                |                                          |                                                                                                                                                 | Primaria                      | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Ética de la IA | Términos éticos, definiciones y ejemplos | Entiende el significado de términos éticos como "sesgo", "imparcialidad" y "representación" en relación con la IA.                              |                               | X                 | X                   |
|                |                                          | Reflexiona sobre derechos humanos y cuestiones éticas en el uso de tecnología e IA.                                                             |                               | X                 | X                   |
|                |                                          | Describe las limitaciones de la IA.                                                                                                             |                               |                   | X                   |
|                |                                          | Comprende las consideraciones éticas y los dilemas que puede plantear la IA.                                                                    |                               |                   | X                   |
|                | Acceso                                   | Comprende los problemas de acceso a la tecnología.                                                                                              |                               |                   | X                   |
|                | Sesgo                                    | Explica cómo los sesgos de los programadores influyen en la imparcialidad de las reglas de IA.                                                  |                               |                   | X                   |
|                |                                          | Entiende los efectos de la calidad de la información en la toma de decisiones.                                                                  |                               |                   | X                   |
|                |                                          | Entiende el sesgo algorítmico y los tipos y las fuentes de sesgo.                                                                               |                               | X                 | X                   |
|                |                                          | Entiende los métodos para mitigar/disminuir sesgos en los algoritmos de IA.                                                                     |                               | X                 |                     |
|                |                                          | Entiende los diferentes tipos de sesgo (representación, selección, etc.).                                                                       |                               |                   | X                   |
|                |                                          | Analiza casos en que la IA fue claramente justa o injusta.                                                                                      |                               |                   | X                   |
|                | Propiedad intelectual                    | Entiende los derechos de propiedad intelectual.                                                                                                 | X                             |                   |                     |
|                |                                          | Defiende una postura sobre la propiedad del arte generado o mejorado por IA.                                                                    |                               | X                 |                     |
|                |                                          | Comprende y respeta las leyes básicas de propiedad intelectual.                                                                                 |                               | X                 |                     |
|                | Privacidad y seguridad                   | Desarrolla una concientización sobre ciberseguridad.                                                                                            | X                             |                   |                     |
|                |                                          | Desarrolla un conocimiento profundo del concepto de identidad digital.                                                                          |                               |                   | X                   |
|                |                                          | Comprende de qué modo los proveedores de servicios digitales informan a los usuarios sobre la manera en que se utiliza la información personal. |                               |                   | X                   |
|                |                                          | Comprende de qué modo puede utilizarse y compartirse la información de identificación personal.                                                 |                               |                   | X                   |
|                | Transparencia y explicabilidad           | Entiende los mecanismos de manipulación de imágenes y datos.                                                                                    |                               |                   | X                   |
|                |                                          | Comprende el principio de la IA explicable y sus fundamentos.                                                                                   |                               |                   | X                   |
|                | Capacidad de acción humana               | Entiende que los humanos controlan la IA y el aprendizaje automático.                                                                           |                               | X                 | X                   |
|                |                                          | Comprende la facilidad de uso, la seguridad y la accesibilidad de los sistemas informáticos como características clave de su diseño.            |                               |                   | X                   |
|                |                                          | Comprende cómo crear y/o utilizar la IA de una manera ética.                                                                                    |                               |                   | X                   |

| Dominio                         | Subdominio                               | Resultados de aprendizaje                                                                                                                   | Niveles educativos implicados |                   |                     |
|---------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                 |                                          |                                                                                                                                             | Primaria                      | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Implicaciones sociales de la IA | Ventajas y desventajas de la IA          | Entiende cómo la IA puede beneficiar a los humanos.                                                                                         | X                             | X                 | X                   |
|                                 |                                          | Reflexiona sobre las ventajas y desventajas de las nuevas tecnologías.                                                                      | X                             | X                 | X                   |
|                                 |                                          | Describe las ventajas y desventajas de la IA en diferentes contextos sociales, educativos y profesionales.                                  |                               |                   | X                   |
|                                 | La IA en la vida cotidiana y el trabajo  | Considera el papel, la importancia y/o el impacto de las nuevas tecnologías en la sociedad (vida, trabajo y educación).                     | X                             | X                 | X                   |
|                                 |                                          | Explora las tecnologías emergentes que tienen el potencial de afectar la forma en que las personas viven, aprenden y trabajan.              |                               | X                 | X                   |
|                                 |                                          | Desarrolla la conciencia de ciudadanía digital                                                                                              | X                             |                   |                     |
|                                 |                                          | Entiende de qué manera la IA ha producido cambios en los puestos de trabajo (incluso fuera de STEM).                                        |                               | X                 |                     |
|                                 |                                          | Comprende las ventajas y la demanda de los empleos STEM.                                                                                    |                               | X                 |                     |
|                                 |                                          | Reconoce las interacciones entre naturaleza, tecnología y sociedad.                                                                         |                               |                   | X                   |
|                                 |                                          |                                                                                                                                             |                               |                   |                     |
|                                 | Impactos ambientales                     | Entiende los impactos ambientales positivos y negativos de la tecnología.                                                                   | X                             | X                 | X                   |
|                                 |                                          | Conoce los costos computacionales y ambientales de generar IA.                                                                              |                               | X                 |                     |
|                                 |                                          | Entiende de qué modo pueden reducirse los costos computacionales y ambientales (modelos más eficientes, evaluación de costos y beneficios). |                               | X                 |                     |
|                                 |                                          | Entiende de qué modo los costos computacionales y ambientales conducen a la desigualdad en el desarrollo de la IA.                          |                               | X                 |                     |
|                                 | Falsificaciones (fakes) y desinformación | Reflexiona sobre los aspectos positivos/negativos y las consecuencias sociales de las falsificaciones profundas (deepfakes).                |                               | X                 |                     |
|                                 |                                          | Reflexiona sobre las implicaciones sociales de la tecnología GAN (por ejemplo, las tareas falsas).                                          |                               | X                 |                     |
|                                 |                                          | Conoce las seis características principales de la desinformación. <sup>22</sup>                                                             |                               | X                 |                     |
|                                 | Género                                   | Entiende cómo se propaga la desinformación.                                                                                                 |                               | X                 |                     |
|                                 |                                          | Desarrolla una conciencia de las consecuencias y oportunidades de género en tecnología.                                                     |                               |                   | X                   |

Fuente: UNESCO (2021b)

## Habilidades

**Tabla 14.** Mapeo de resultados de habilidades

| Área temática        | Descripción de habilidades                                                                                         | Niveles educativos implicados |                   |                     |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
|                      |                                                                                                                    | Primaria                      | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Fundamentos de la IA |                                                                                                                    |                               |                   |                     |
| Algoritmos           | Reconoce patrones.                                                                                                 | X                             |                   |                     |
|                      | Sigue instrucciones claras de actuación (algoritmos) y las ejecuta                                                 |                               | X                 | X                   |
|                      | Formula instrucciones claras para la acción (algoritmos) verbalmente y por escrito.                                |                               | X                 | X                   |
|                      | Crea un algoritmo y el diagrama de flujo correspondiente de forma iterativa.                                       |                               | X                 | X                   |
|                      | Crea un modelo predictivo.                                                                                         |                               |                   | X                   |
|                      | Implementa estructuras de datos complejas y algoritmos fundamentales (por ejemplo, para clasificación y búsqueda). |                               |                   | X                   |
|                      | Evalúa la eficacia de un algoritmo en términos de tiempo y espacio.                                                |                               |                   | X                   |
|                      | Optimiza los procedimientos computacionales (para que requieran menos etapas).                                     |                               |                   | X                   |

22 Citado por el Currículo DAILY del MIT como: 'Invoca emociones; polarización; difusión de teorías conspirativas; desvío de culpas; suplantación de identidad o cuentas falsas; y "troleo" a la gente en línea'.

| Área temática                        | Descripción de habilidades                                                                                                                               | Niveles educativos implicados |                   |                     |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                      |                                                                                                                                                          | Primaria                      | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Programación                         | Controla un robot mediante programación.                                                                                                                 | X                             |                   |                     |
|                                      | Construye rutinas de código sencillas utilizando programación basada en bloques.                                                                         | X                             |                   |                     |
|                                      | Crea una aplicación móvil con un lenguaje de programación basado en bloques.                                                                             |                               | X                 |                     |
|                                      | Convierte algoritmos en código utilizando una herramienta de programación basada en texto.                                                               |                               | X                 |                     |
|                                      | Codifica en uno o varios lenguajes de programación.                                                                                                      |                               | X                 | X                   |
|                                      | Domina estructuras básicas de programación (por ejemplo, ramas, bucles, procedimientos).                                                                 |                               | X                 | X                   |
|                                      | Evalúa interfaces de usuario (usabilidad, intuitividad) y los procesos técnicos necesarios.                                                              |                               |                   | X                   |
|                                      | Utiliza, crea y reflexiona sobre codificación (por ejemplo, cifrado, código QR).                                                                         |                               |                   | X                   |
|                                      | Crea código para manipular archivos de datos locales.                                                                                                    |                               |                   | X                   |
|                                      | Crea software para controlar un robot u otro dispositivo de computación.                                                                                 |                               |                   | X                   |
|                                      | Utiliza métodos de programación modular en diversos lenguajes de programación.                                                                           |                               |                   | X                   |
|                                      | Desarrolla una aplicación utilizando programación orientada a objetos.                                                                                   |                               |                   | X                   |
|                                      | Desarrolla programas seguros y fáciles de usar, tomando en cuenta los requisitos de accesibilidad.                                                       |                               |                   | X                   |
| Resolución de problemas contextuales | Crea programas sencillos o aplicaciones web con las herramientas adecuadas para resolver un problema concreto o realizar una tarea específica.           |                               | X                 | X                   |
|                                      | Elabora, desarrolla y emplea estrategias para resolución de problemas de la vida real mediante la descomposición y la identificación de patrones.        |                               |                   | X                   |
|                                      | Evalúa las posibles soluciones tecnológicas y selecciona la adecuada, teniendo en cuenta también <i>software</i> propietario y <i>software</i> libre.    |                               |                   | X                   |
| Alfabetización en datos              | Salva, modifica y ordena bases de datos simples.                                                                                                         | X                             |                   |                     |
|                                      | Crea visualizaciones de datos numéricos y textuales.                                                                                                     | X                             |                   |                     |
|                                      | Busca, selecciona y recolecta datos de diversas fuentes utilizando estrategias de búsqueda adecuadas.                                                    | X                             | X                 | X                   |
|                                      | Organiza la información recolectada (por ejemplo, utilizando etiquetas de datos y categorización).                                                       | X                             | X                 | X                   |
|                                      | Manipula datos, realiza cálculos y crea gráficos simples con una planilla de cálculo.                                                                    | X                             | X                 | X                   |
|                                      | Utiliza herramientas TIC para gestionar y mantener una base de datos relacional.                                                                         |                               | X                 | X                   |
|                                      | Trabaja con bancos de datos relacionales para elaborar informes.                                                                                         |                               | X                 | X                   |
|                                      | Evalúa la calidad, autenticidad y precisión de los datos.                                                                                                |                               | X                 | X                   |
|                                      | Aplica criterios para evaluar la credibilidad y confiabilidad de las fuentes de datos.                                                                   |                               |                   | X                   |
|                                      | Implementa procesos automatizados de recolección de datos y gestiona su almacenamiento en una variada gama de soportes físicos y plataformas en la nube. |                               |                   | X                   |
|                                      | Analiza los flujos de datos IoT y crea alertas para condiciones anómalas, como vientos extremos.                                                         |                               |                   | X                   |
|                                      | Transforma datos no estructurados en datos estructurados.                                                                                                |                               |                   | X                   |
|                                      | Utiliza herramientas o plataformas de <i>software</i> para organizar, calcular, presentar y proteger datos.                                              |                               |                   | X                   |
|                                      | Crea secuencias de comandos SQL para gestionar bases de datos normalizados.                                                                              |                               |                   | X                   |
|                                      | Utiliza herramientas TIC para transformar datos en información, a efectos de respaldar una toma de decisiones precisa.                                   |                               |                   | X                   |
|                                      | Utiliza una variedad de modelos y métodos de creación de gráficos para analizar, predecir y reportar informes de datos.                                  |                               |                   | X                   |

| Área temática                          | Descripción de habilidades                                                                                                             | Niveles educativos implicados |                   |                     |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                        |                                                                                                                                        | Primaria                      | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Comprensión, uso y desarrollo de la IA |                                                                                                                                        |                               |                   |                     |
| Técnicas de IA                         | Clasifica objetos según sus características.                                                                                           | X                             |                   |                     |
|                                        | Construye un árbol de decisión (prototipo en papel).                                                                                   |                               | X                 |                     |
|                                        | Diseña un flujo de trabajo para entrenar y probar un algoritmo de IA.                                                                  |                               | X                 | X                   |
|                                        | Limpia y prepara datos textuales para análisis y AA.                                                                                   |                               |                   | X                   |
|                                        | Diseña y prueba soluciones de aprendizaje supervisado para problemas de clasificación.                                                 |                               |                   | X                   |
|                                        | Utiliza estructuras de aplicaciones de IA de código abierto para crear sistemas inteligentes simples.                                  |                               |                   | X                   |
|                                        | Interpreta el rendimiento de un modelo de AA (por ejemplo, uso de una matriz de confusión).                                            |                               |                   | X                   |
|                                        | Identifica si varios productos mediáticos son GAN o no.                                                                                |                               |                   | X                   |
|                                        | Crea GAN en diferentes áreas temáticas (Música, Arte, Biología).                                                                       |                               |                   | X                   |
|                                        | Crea una historia e ilustraciones utilizando GAN.                                                                                      |                               |                   | X                   |
| Tecnologías de IA                      | Construye y prueba un clasificador utilizando una máquina enseñable o una herramienta de IA similar.                                   |                               | X                 |                     |
|                                        | Crea un <i>chatbot</i> con asistencia.                                                                                                 |                               | X                 |                     |
|                                        | Construye y controla un robot sencillo que puede utilizar IA.                                                                          |                               | X                 |                     |
|                                        | Programa un robot autónomo.                                                                                                            |                               | X                 |                     |
|                                        | Define una nueva meta para un algoritmo de IA existente.                                                                               |                               | X                 |                     |
|                                        | Utiliza tecnologías de IA existentes para desarrollar nuevos productos.                                                                |                               |                   | X                   |
|                                        | Construye y prepara un conjunto de datos para PLN.                                                                                     |                               |                   | X                   |
|                                        | Crea un <i>chatbot</i> con interfaces humanas/robóticas apropiadas.                                                                    |                               |                   | X                   |
| Desarrollo de IA                       | Trabaja como parte de un equipo.                                                                                                       | X                             |                   |                     |
|                                        | Utiliza la metodología del pensamiento de diseño para implementar un proyecto como parte de un equipo.                                 |                               | X                 | X                   |
|                                        | Crea soluciones innovadoras mediante herramientas de IA.                                                                               |                               |                   | X                   |
|                                        | Gestiona un proyecto de desarrollo de tecnología.                                                                                      |                               |                   | X                   |
|                                        | Verifica la precisión de las soluciones tecnológicas aplicadas.                                                                        |                               |                   | X                   |
| Ética e impacto social                 |                                                                                                                                        |                               |                   |                     |
| Aplicaciones de IA                     | Utiliza algoritmos para producir arte, música, etc.                                                                                    | X                             | X                 | X                   |
| Ética de la IA                         | Protege los datos personales y la privacidad propia y de terceros.                                                                     | X                             | X                 | X                   |
|                                        | Identifica instancias de sesgo en los algoritmos de IA.                                                                                |                               | X                 |                     |
|                                        | Identifica las partes interesadas/beneficiarias de un algoritmo de IA.                                                                 |                               | X                 |                     |
|                                        | Construye una matriz ética para un algoritmo (partes interesadas y sus valores).                                                       |                               | X                 |                     |
|                                        | Realiza una búsqueda de datos privados expuestos en Internet.                                                                          |                               | X                 | X                   |
|                                        | Gestiona identidades y reputaciones digitales y demuestra comprensión de huellas digitales.                                            |                               |                   | X                   |
|                                        | Consulta datos confusos en una tabla y encuentra sesgos.                                                                               |                               |                   | X                   |
|                                        | Emprende acciones de autodefensa y reparación (por ejemplo, si existe una vulneración de derechos).                                    |                               |                   | X                   |
|                                        | Diseña un proceso de AA de principio a fin maximizando la transparencia y garantizando la imparcialidad.                               |                               |                   | X                   |
|                                        | Redacta directrices para los desarrolladores de IA a fin de que garanticen que la IA se elabore de forma ética.                        |                               |                   | X                   |
| Implicaciones sociales de la IA        | Descarta adecuadamente la tecnología.                                                                                                  | X                             |                   |                     |
|                                        | Identifica falsificaciones profundas o <i>deepfakes</i> (de forma independiente y empleando IA).                                       |                               | X                 |                     |
|                                        | Reconoce los desarrollos que suponen una amenaza para la igualdad de oportunidades en el uso de TI e identifica acciones alternativas. |                               | X                 | X                   |
|                                        | Compara, analiza y evalúa información y contenidos digitales de forma crítica (por ejemplo, para reconocer su manipulación).           |                               | X                 | X                   |
|                                        | Evita los riesgos para la salud y las amenazas al bienestar físico y mental relacionadas con la TI.                                    |                               |                   | X                   |
|                                        | Ayuda a dar forma al desarrollo social participando del discurso público.                                                              |                               |                   | X                   |

Fuente: UNESCO (2021b)

## Valores

Tabla 15. Mapeo de resultados de valores y actitudes

| Valor / actitud a ser desarrollado                           | Ejemplos de resultados de conocimientos y habilidades relacionados                                                                                                                                                                                                                                                                               | Niveles educativos implicados |                   |                     |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Primaria                      | Secundaria Básica | Secundaria Superior |
| Personal                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                   |                     |
| Interés por las TIC                                          | Explora las herramientas de IA existentes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | X                             | X                 | X                   |
|                                                              | Crea soluciones innovadoras mediante herramientas de IA.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | X                             | X                 | X                   |
| Persistencia / resiliencia                                   | Resuelve problemas utilizando metodología de programación. Prueba y rediseña dispositivos y productos.                                                                                                                                                                                                                                           | X                             | X                 | X                   |
| Autonomía personal                                           | Crea un proyecto utilizando pensamiento de diseño. Realiza una búsqueda de datos privados expuestos en Internet. Identifica vías de recurso en caso de violación de derechos personales.                                                                                                                                                         |                               | X                 | X                   |
| Reflexión                                                    | Reflexiona sobre de qué modo “mi futuro trabajo personal” puede verse impactado por la IA. Describe el papel y la importancia de la IA y sus aplicaciones. Explora tecnologías emergentes con potencial de afectar la forma en que las personas viven, aprenden y trabajan.                                                                      |                               | X                 | X                   |
| Pensamiento crítico y reflexión                              | Crea, desarrolla y aplica estrategias para resolución de problemas de la vida real utilizando el pensamiento computacional. Explica cómo el sesgo de los programadores influye en la imparcialidad de las reglas de IA. Compara, analiza y evalúa críticamente información y contenidos digitales (por ejemplo, para reconocer su manipulación). |                               |                   | X                   |
| Emprendimiento                                               | Utiliza la metodología del pensamiento de diseño para producir un prototipo. Desarrolla una conciencia de los principios y procesos de emprendimiento para implementar ideas innovadoras.                                                                                                                                                        |                               |                   | X                   |
| Social                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                   |                     |
| Colaboración / trabajo en equipo                             | Trabaja como parte de un equipo o grupo. Implementa un proyecto como parte de un equipo. Colabora en la red como miembro de un equipo.                                                                                                                                                                                                           | X                             | X                 | X                   |
| Comunicación                                                 | Crea una historia e ilustraciones utilizando GAN. Redacta directrices para los desarrolladores de IA a fin de que garanticen que la IA se elabore de forma ética.                                                                                                                                                                                |                               |                   | X                   |
| Sociedad                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                   |                     |
| Respeto al prójimo                                           | Se relaciona respetuosamente con el prójimo. Protege los datos personales y la privacidad propia y de terceros.                                                                                                                                                                                                                                  | X                             | X                 | X                   |
| Responsabilidad personal                                     | Descarta la tecnología adecuadamente. Entiende que los humanos controlan la IA y el AA.                                                                                                                                                                                                                                                          | X                             | X                 | X                   |
| Integridad                                                   | Comprende los métodos de mitigación o reducción de sesgos en algoritmos de IA. Diseña un proceso de AA, de principio a fin, que maximiza la transparencia y garantiza la imparcialidad.                                                                                                                                                          |                               | X                 | X                   |
| Tolerancia                                                   | Muestra tolerancia hacia ideas/posturas diferentes.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                               | X                 | X                   |
| Humano                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                   |                     |
| Respeto por el medio ambiente / por la mentalidad sostenible | Entiende el impacto ambiental de la tecnología. Reconoce las interacciones entre naturaleza, tecnología y sociedad. Entiende de qué modo se pueden reducir los costos computacionales y ambientales.                                                                                                                                             | X                             | X                 | X                   |
| Compromiso con la equidad                                    | Reflexiona sobre el acceso a la IA. Entiende de qué modo los costos computacionales y ambientales conducen a la desigualdad en el desarrollo de la IA.                                                                                                                                                                                           |                               | X                 |                     |

Fuente: UNESCO (2021b)

### Ejemplo: progresión de los resultados de aprendizaje de IA en la República de Corea<sup>23</sup>

Los estándares curriculares de IA para la educación primaria y secundaria de la República de Corea fueron publicados en 2020; además de ello, se encuentra en desarrollo un currículo nacional de IA. Los gobiernos locales y las escuelas pueden modificar de manera flexible los currículos para ajustarlos a los horarios y estructuras de los estándares. En 2020 fue implementado un currículo escolar de IA para la enseñanza secundaria superior. Como este currículo es ofrecido a criterio de la persona a cargo de la dirección, cuenta con potencial para llegar a 2.367 escuelas. Existen en el país 500 escuelas “líderes en educación de IA” dedicadas específicamente a la producción de talentos en el sector de la tecnología.

El currículo se basa en módulos de codificación obligatorios en escuelas de educación primaria y

secundaria, aunque no exige conocimientos previos de IA.

Los estándares de contenido del currículo coreano de IA abarcan tres dominios:

1. Comprensión de la IA, con los subdominios “IA y sociedad” y “Agentes inteligentes”.
2. Principios de IA y su aplicación, con los subdominios “Datos”, “Reconocimiento”, “Clasificación, exploración y razonamiento” y “Aprendizaje automático y aprendizaje profundo”.
3. Impacto social de la IA, con los subdominios “Influencia de la IA” y “Ética de la IA”.

La **Figura 13** describe la progresión curricular para algunas metas de aprendizaje en cuatro áreas clave: Comprensión de la IA; Datos; Aprendizaje automático (incluyendo su clasificación); e Impacto social.

**Figura 13.** Estándares curriculares, República de Corea



Fuente: Entrevista y observaciones escritas del profesor Ki-Sang Song

<sup>23</sup> La información de esta sección se obtuvo a partir de las respuestas verbales y escritas de los encuestados a las preguntas de la entrevista.

## Implementación de currículos

### Formación y apoyo a docentes

#### Recualificación del cuerpo docente

La mayoría de las estrategias de formación para currículos aprobados por los gobiernos buscaban la cualificación del cuerpo docente. Algunos países, como China y Portugal, demostraron que la estrategia de preparación impulsó iniciativas o proyectos nacionales de formación para los docentes de disciplinas en las cuales la IA está inserta. En otros lugares, como en Bélgica, los programas de formación docente son descentralizados y practicados por redes de enseñanza, razón por la cual pueden variar dependiendo de la región, la lengua y el tipo de escuela (por ejemplo, públicas o privadas).

Los actores no gubernamentales tienden a adoptar otros métodos de formación docente. Para el Currículo DAILY del MIT, docentes de tres distritos de Estados Unidos participaron en un curso de formación que incluyó clases generales y 30 horas de prácticas de implementación en campamentos de verano organizados por ONG asociadas. Los socios del sector se involucraron en la impartición de cursos de formación a distancia o a través de metodologías de aprendizaje híbridas. Por ejemplo, una colaboración entre IBM y la Escuela de Educación de la Universidad Macquarie creó el curso de Educación en Inteligencia Artificial (IA) para Docentes, de 16 horas de duración, hospedado en la plataforma Coursera. El curso abarca temas como historia de la IA, comparación entre la IA y la inteligencia humana y consideraciones éticas en el desarrollo y uso de la IA. Algunas instituciones ofrecen certificación. Intel lo hace para instructores e instructores líderes, los cuales, frecuentemente, asumen el rol de formadores de nuevos instructores.

#### Integración de la IA en la formación inicial de docentes

En Austria, la estrategia principal adoptada para la formación de docentes fue la de incorporar tópicos de IA en la formación docente inicial, llevada a cabo en las instituciones de enseñanza superior, que deberían incluir no solo cuestiones generales de IA, sino también el uso de esta para respaldar los procesos pedagógicos y de enseñanza y aprendizaje.

#### Apoyo a los docentes en ejercicio

Además de la creación de estándares, los gobiernos nacionales y regionales apoyan la implementación de

currículos de IA a través del desarrollo de recursos. Por ejemplo, en Serbia la implementación recibe soporte de herramientas digitales, incluyendo vídeos, presentaciones y tareas interactivas desarrolladas para los distintos currículos de IA que se ofrecen en el país. Las iniciativas nacionales o regionales también elaboran recursos educativos como libros didácticos y directrices de evaluación para brindar soporte al currículo de IA antes de su implementación.

El Currículo DAILY del MIT ofrece materiales a los docentes, como presentaciones de diapositivas, temas de debate y planes de clase completos que pueden ser utilizados o adaptados. Los socios del sector, como IBM, Intel y Microsoft, les ofrecen itinerarios de aprendizaje y contenidos en forma de recursos educativos digitales abiertos y globales. Estos socios también han creado recursos educativos para docentes, considerando el contexto de los países participantes, que incluyen manuales, guías para facilitadores y libros didácticos sobre IA.

### Herramientas y entornos de aprendizaje

Además de impulsar las iniciativas de infraestructura existentes para suministrar *hardware* y conexiones a Internet, los currículos involucran a una gama de recursos para apoyar la implementación en las escuelas. En casos como los de Bélgica y China, la decisión sobre herramientas y entornos no fue centralizada y, en consecuencia, no fue posible obtener detalles específicos. En el otro extremo del espectro, en el caso de Serbia, se están creando herramientas en línea que incluyen tareas interactivas para fortalecer el currículo. Otros currículos aprovechan los entornos y herramientas existentes, recurriendo a una serie de productos gratuitos. Los representantes de Austria y Emiratos Árabes Unidos hicieron las siguientes observaciones, respectivamente:

// Utilizamos Jupyter Notebook/Lab, Python, PyCharm y bibliotecas de Python de IA (Scikit-learn, Keras, Tensorflow). Nos centramos en el procesamiento de lenguaje natural, análisis de imágenes y análisis de *big data*.

Utilizamos diferentes recursos y plataformas en función del nivel educativo de los estudiantes. Herramientas en línea como Code.org, Microsoft and IA, MachineLearning4Kids, e IBM y kits robóticos de IA como Magkinder Labeeb, Fateen, Maker, Maker with Robotics Car, y Raspberry-Pi, utilizados en diferentes proyectos de IA. Las herramientas se emplean para entrenar

diferentes modelos, comprender algoritmos de aprendizaje automático y completar tareas en línea relacionadas con la IA. Los estudiantes de cursos superiores recibirán instrucción en Python para que puedan implementar diferentes algoritmos de AA.”

No todos los currículos de IA consideraban la codificación o la programación, pero muchos sí lo hacían, frecuentemente con lenguajes introductorios de programación y herramientas como PictoBlocks o Scratch. La introducción del lenguaje de programación Python resultó habitual, sobre todo en los currículos orientados a la enseñanza secundaria superior, aunque algunos también introdujeron HTML y Java.

En los currículos fue incluido un vasto conjunto de tecnologías de IA, como Alexa, generadores de imágenes GAN, el Asistente de Google, Pix2Pix, PoseNet, kits de robótica y *software* de simulación, lo que permitió que los estudiantes exploraran las innumerables formas en que la IA puede utilizarse en diferentes áreas temáticas. Los estudiantes que más participaron en la creación de IA lo hicieron a través de programas informáticos gratuitos como MachineLearning4Kids y Teachable Machine. Estas herramientas permiten a los niños y niñas explorar y construir modelos de AA para realizar tareas tales como la clasificación de objetos. En la medida en que los estudiantes van accediendo a sus cursos superiores, algunos currículos agregan bibliotecas de AA y herramientas como Scikit-learn.

En el Currículo DAILY de MIT también fueron aprovechados los entornos fuera de línea. Además de fomentar la exploración de herramientas y recursos en línea, incluía juegos sin conexión, como una actividad grupal en la que los estudiantes debían representar los flujos de información en una GAN, y otra en la que construyen un sistema de clasificación de árboles de decisión en papel para distintos tipos de pasta. En el caso del currículo Ciencia y Tecnología de la Información, de China, el currículo debía ser útil para un conjunto de escuelas y regiones con distintos niveles de acceso e integración de TIC, razón por la cual ofrece una serie de resultados de aprendizaje sin recomendar tecnologías o herramientas específicas para que se las adopte, con el fin de dar lugar a

opciones tanto en línea como fuera de línea.

Las siguientes herramientas e instrumentos fueron sugeridos en los currículos en base a las áreas de IA en las que se centran:

#### • **Hardware y robótica**

El hardware necesario para los currículos de IA incluye computadoras, tabletas, portátiles y acceso a Internet/web. No todos los currículos de IA incluyen contenidos sobre robots o robótica. Cuando se requiere aprendizaje sobre robots, los currículos deben aprovechar kits como Lego Mindstorm EV3,<sup>24</sup> Magkinder Labeeb,<sup>25</sup> y/o Maker Robotics.<sup>26</sup>

Dispositivos como Raspberry Pi<sup>27</sup> son empleados por algunos currículos que requieren que los estudiantes creen programas y los prueben utilizando dispositivos de bajo costo.

#### • **Software**

Algunos currículos utilizaron el sistema operativo de código abierto Ubuntu<sup>28</sup> como alternativa de menor valor que las de otros sistemas equivalentes.

#### • **Lenguajes de programación**

Los currículos aprovecharon habitualmente lenguajes de programación libres, tales como:

- HTML<sup>29</sup>
- Javascript<sup>30</sup>
- Python<sup>31</sup>
- Micropython<sup>32</sup>
- NumPy<sup>33</sup>
- R<sup>34</sup>
- Scratch<sup>35</sup>

#### • **Herramientas para aprender técnicas de IA**

Han sido desarrolladas varias herramientas para facilitar la comprensión y permitir la exploración de conceptos complejos y técnicas de IA, entre las que se incluyen las siguientes, mencionadas específicamente en los currículos de IA de este estudio:

- MachineLearningForKids<sup>36</sup>
- Teachable Machine<sup>37</sup>

24 Véase <https://www.lego.com/en-us/product/lego-mindstorms-ev3-31313>

25 Véase <https://shop.ibtikar.io/en/magkinder-labeeb-151-pcs-set>

26 Véase <http://site.makerrobotics.com.br>

27 Véase <https://www.raspberrypi.org> or <https://www.raspberrypi.com>

28 Véase <https://ubuntu.com/download>

29 Véase <https://www.w3schools.com/html>

30 Véase <https://www.w3schools.com/js>

31 Véase <https://www.python.org/psf>

32 Véase <https://micropython.org>

33 Véase <https://numpy.org>

34 Véase <https://www.r-project.org/about.html>

35 Véase <https://scratch.mit.edu>

36 Véase <https://machinelearningforkids.co.uk>

37 Véase <https://teachablemachine.withgoogle.com>

- TensorFlow<sup>38</sup>
- Keras<sup>39</sup>
- OpenVINO<sup>40</sup>
- Scikit-learn<sup>41</sup>

#### • Bases de datos

Cuando en el currículo se exige el desarrollo de herramientas de IA que dependen de datos contar con bases de datos resulta imprescindible para que los estudiantes puedan testear los programas y optimizar los algoritmos, por ejemplo:

- Coco, un conjunto de datos a gran escala sobre detección, segmentación y subtitulado de objetos.<sup>42</sup>
- ImageNet, una base de datos de imágenes con más de 14 millones de imágenes.<sup>43</sup>

#### • Herramientas y recursos para aprender tecnologías de IA

Cuando se pide a los estudiantes que apliquen la metodología pedagógica a tecnologías que siguen el modelo Usar-Modificar-Crear, se necesitan ejemplos de herramientas basadas en diferentes categorías de IA. Es importante destacar el “abordaje agnóstico” de las tecnologías de IA y explicar a los estudiantes que esta tecnología no se limita a una marca o herramienta en particular.

- Generadores de imágenes GAN, como *GANpaint*<sup>44</sup>
- Herramientas de PLN tales como el Asistente de Google<sup>45</sup> e IBM Watson<sup>46</sup>

Tanto los organismos académicos como las compañías comerciales han ofrecido cursos o espacios de programación en línea para aprender sobre la IA. Este informe sugiere que, para evitar que el currículo de IA resulte asociado a marcas o herramientas de IA en particular, las autoridades curriculares nacionales o locales deberían seleccionar y validar herramientas de aprendizaje con licencia abierta o no comerciales, y crear plataformas públicas o espacios en línea para brindar soporte a la enseñanza y el aprendizaje de la IA.

### Pedagogías sugeridas

Se consultó a quienes respondieron a la encuesta sobre las recomendaciones pedagógicas incluidas en el currículo o su impartición. Las opciones entre las que podían elegir constan en la **Tabla 16**. Era posible realizar múltiples elecciones, además de sugerir las respuestas libres que fueran consideradas oportunas.

**Tabla 16.** Abordajes y especificaciones pedagógicas sugeridas

| Abordaje pedagógico               | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Clases o actividades educativas   | Se refiere a clases didácticas impartidas por docentes. Un docente, facilitador o experto transmite la información verbalmente, por escrito o a través de una combinación de medios.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Trabajo en grupo                  | Enseñanza y aprendizaje que requiere la colaboración de los estudiantes para completar una o más tareas. El trabajo en grupo pretende que los estudiantes aborden tareas más complejas y practiquen habilidades como el trabajo en equipo.                                                                                                                                                                                                                                |
| Aprendizaje basado en proyectos   | Bajo la tutela de un docente, los estudiantes aprovechan sus habilidades y competencias para identificar y/o responder a un desafío del mundo real durante un lapso prolongado de tiempo. El aprendizaje basado en proyectos se caracteriza por la autonomía de los estudiantes, el establecimiento de metas, la colaboración y la investigación de contextos del mundo real (Kokotsaki et al., 2016).                                                                    |
| Aprendizaje basado en actividades | Los estudiantes progresan a su propio ritmo realizando actividades orientadas por docentes. El aprendizaje basado en actividades suele tener lugar en las aulas y está diseñado para fomentar la independencia, la exploración y la experimentación. Normalmente está vinculado a la presentación de trabajos. Las características clave del aprendizaje basado en actividades son la participación activa de los estudiantes y la colaboración en el aula (Anwar, 2019). |

Fuente: UNESCO (2021b)

Los resultados demuestran que casi todos los currículos se basaban en clases o actividades educativas (89%), con una fuerte dependencia también del trabajo en grupo y del

aprendizaje basado en proyectos. Este último constituía una característica particularmente destacada en muchos currículos, tanto nacionales como del sector. Por ejemplo,

38 Véase <https://www.tensorflow.org>

39 Véase <https://keras.io>

40 Véase <https://docs.openvino.ai/>

41 Véase <https://scikit-learn.org/sTabla>

42 Véase <http://cocodataset.org/#explore>

43 Véase <https://image-net.org>

44 Véase <http://gandisect.res.ibm.com/ganpaint.html>

45 Véase <https://assistant.google.com>

46 Véase <https://www.ibm.com/academic/home>

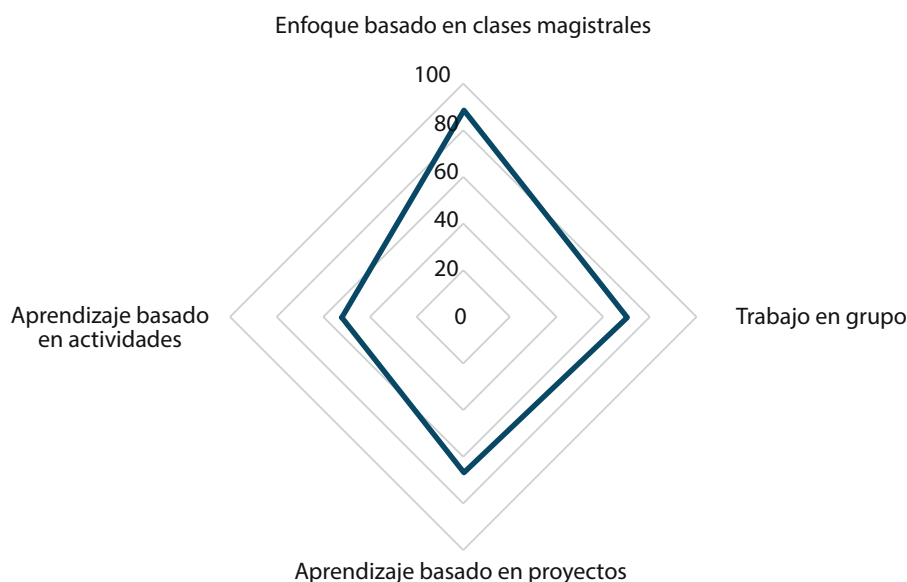
como señaló el representante de Portugal, su currículo nacional utiliza el aprendizaje basado en proyectos a través de un abordaje interdisciplinario:

“// Nuestro currículo dice que debemos utilizar abordajes de aprendizaje centrados en el estudiante, como el aprendizaje basado en proyectos. Se supone que esta debe ser la principal metodología pedagógica empleada por los docentes. También existe la necesidad de promover abordajes interdisciplinarios. El conocimiento de una disciplina debe estar vinculado al de otras.”

Sin embargo, los tipos de proyectos abordados y el tiempo dedicado a ellos variaron en cada currículo en función de su abordaje. Los proyectos podían definirse como actividades limitadas en el tiempo, como el uso

de *software* de IA para realizar una tarea de traducción, la utilización de IA para generar arte o la construcción o manipulación de robots mediante kits de robótica. En el caso de currículos como el Desafío IBM EdTech para Jóvenes, IA para Jóvenes de Intel, los dos de Informática y Tecnología de la Información de Qatar, y el de Habilidades de IA para Jóvenes de Microsoft, este tipo de trabajo constituye una parte fundamental de la participación, en la que los estudiantes abordan la creación de un proyecto de IA a través de un ciclo orientado de pensamiento de diseño. En cambio, el aprendizaje basado en actividades fue propuesto para 14 currículos (52%) y, consecuentemente, se hizo menos énfasis en él (véase la **Figura 14**).

**Figura 14.** Perfil promedio de participación pedagógica (n = 27)



Fuente: UNESCO (2021b)

Además, en todos los currículos excepto en tres (89%) fue propuesto el aprendizaje híbrido y/o a distancia, lo que sugiere una gran dependencia de la experiencia remota para impartir los currículos. La evaluación para el aprendizaje, la educación basada en las competencias, el constructivismo, el construccionismo, el aprendizaje experimental y las pedagogías centradas en los estudiantes también fueron respaldados o sugeridos como abordajes.

Curiosamente, la mayoría de los currículos que permiten el aprendizaje a distancia fueron desarrollados por el sector público o bajo supervisión gubernamental. Solo dos

currículos que emplean el aprendizaje a distancia fueron generados por el sector privado: el Desafío IBM EdTech para Jóvenes y el de Competencias digitales de Arabia Saudita.

Como nota final, los currículos incluidos en las respuestas a la encuesta abarcan un vasto conjunto de aplicaciones, cuestiones éticas, herramientas y técnicas de IA sin depender excesivamente de las matemáticas o los conocimientos de programación, y a veces sin basarse en absoluto en la tecnología de manera explícita.

## Ejemplo: implementación del currículo de Ciencia y Tecnología de la Información en la Educación Secundaria Superior de China

El Ministerio de Educación de la República Popular China publicó en 2017 el Currículo de TI para Escuelas de Educación Secundaria Superior. El mismo es de implementación obligatoria a nivel nacional en 225.000 escuelas, llegando a más de 180 millones de estudiantes. Se divide en 10 módulos: 2 de carácter obligatorio, 6 módulos optativos que se ofrecen a cambio de créditos y otros 2 módulos optativos ofrecidos sin créditos. En conjunto, el currículo cubre 54 horas de módulos obligatorios y 72 de optativos, para un total de 126 horas. Los aspectos de la IA se incluyen en los módulos obligatorios, y son: “Datos y Computación” y “Sistemas de Información y Sociedad”; los módulos obligatoriamente optativos, lo que implica que todos los estudiantes deben elegir al menos uno de ellos, incluyen “Fundamentos de la IA” y “Gestión y Análisis de Datos”; más el módulo optativo “Introducción a los Algoritmos”.

Este currículo pretende orientar a los estudiantes para que comprendan qué es la IA, cómo funciona y cuáles son las cuestiones sociales relacionadas con su aplicación. Aunque es obligatorio a nivel nacional, las provincias pueden modificar su implementación en función de la demografía poblacional, los recursos disponibles y las necesidades educativas. El representante de China lo explicó así:

“// No podemos hacer lo mismo en toda China. Existen necesidades diferentes en las distintas regiones. En las ciudades avanzadas, por ejemplo, los estudiantes están familiarizados con los equipos, los teléfonos inteligentes y muchas otras cosas. Nuestro desafío es orientarlos a ser éticos, a que respeten al otro y a que hagan lo correcto por la sociedad. En otras regiones los estudiantes están menos familiarizados con las aplicaciones, así que el desafío reside en orientarlos para que se familiaricen con los dispositivos y las aplicaciones.”

Antes de su lanzamiento, el currículo fue revisado por expertos y probado con estudiantes de distintos niveles educativos para determinar la actitud de los estudiantes en referencia al contenido curricular. A continuación, el currículo fue reconvertido en base a tales revisiones, antes de pasar a la etapa de su publicación.

China ha emprendido diversos preparativos, incluyendo la realización de investigaciones, análisis de necesidades, desarrollo de recursos, formación docente, instalación de infraestructura, entrega a las escuelas de equipos y materiales necesarios y mejora de la capacidad a través de la contratación de personal adicional, además de la participación del tercer sector y de empresas privadas como formadores a tiempo parcial en las escuelas. El currículo utiliza un vasto conjunto de pedagogías, como orientación directa, aprendizaje híbrido y a distancia, trabajo en grupo, aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje basado en actividades.

Para apoyar la implementación, los docentes de todas las disciplinas reciben capacitación a través del Programa Nacional de Formación Docente. Una parte del programa se concentra en Ciencia y Tecnología de la Información, incluyendo a la IA. El Ministerio de Educación Nacional organiza dos ediciones anuales durante las vacaciones escolares, y todos los docentes deben participar en el programa al menos una vez cada tres años. Se realiza un esfuerzo conjunto para garantizar que los estudiantes estén familiarizados con una variada gama de equipos y aplicaciones, de modo que tanto las escuelas como los docentes controlen los tipos de tecnología utilizados en el aula. Durante la formación, los docentes toman contacto con variadas marcas de dispositivos y diferentes tipos de plataformas y tecnologías, aunque los tipos de tecnologías que deben utilizarse no están indicados en el currículo de manera explícita.

## Conclusiones clave y recomendaciones

Las nueve conclusiones clave y las trece recomendaciones presentadas en esta sección hacen referencia a las cuatro etapas principales de la oferta curricular: desarrollo y aprobación, integración y gestión, contenidos y resultados de aprendizaje, e implementación; y se categorizan aquí en función de ello.

### Desarrollo y aprobación de currículos



**Conclusión clave 1** — Solo se ha desarrollado e implementado una cantidad limitada de currículos de IA aprobados por los gobiernos.

A la fecha existen 14 currículos de IA que han sido desarrollados e implementados por 11 gobiernos. Aunque los países están desarrollando directrices para incluir a la IA en los currículos a través de políticas, hasta el momento esto no se ha traducido en una amplia integración de esta en los currículos de enseñanza preescolar, primaria y secundaria.

**Recomendación 1.1:** Es necesario continuar investigando para determinar hasta qué punto la reforma curricular para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria es exigida en las políticas nacionales de IA o en los documentos de estrategia educativa, y en qué medida se ha cumplido con dicha exigencia, a efectos de desarrollar una comprensión más profunda de los mecanismos políticos utilizados y de los factores facilitadores o inhibidores del desarrollo e implementación de currículos de IA.



**Conclusión clave 2** — Es necesario un fuerte compromiso gubernamental y un mecanismo de validación para gestionar intereses contrapuestos en el desarrollo de currículos.

El sector de la IA cuenta con un amplio conjunto de partes interesadas, muchas de las cuales participan activamente en el desarrollo o en la oferta curricular. Los equipos de desarrollo de currículos de IA incluyen a funcionarios gubernamentales, expertos del sector, académicos y, en algunos casos, a docentes. Sin una robusta coordinación y una contribución equilibrada, es posible que se manifiesten objetivos curriculares divergentes. Es por ello que la implementación de mecanismos sólidos de coordinación y validación pueden unificar los esfuerzos de un conjunto de socios del sector público y del tercer sector en la búsqueda de objetivos nacionales para la educación en IA.

**Recomendación 2.1:** Es necesario adoptar un abordaje equilibrado, multidisciplinario y colaborativo en la formulación de los currículos de IA, con gestión directa de los gobiernos. Independientemente de su grado de desarrollo, cada país tiene acceso a una variedad de conocimientos sobre el sector, además de especialistas en la materia y profesionales de la educación dentro y fuera de las fronteras nacionales, y debe considerar de qué modo ese conocimiento puede ser validado de forma más efectiva, desvinculado de intereses comerciales y pensado para el bien de los estudiantes.

**Recomendación 2.2:** Incluir a los docentes en el desarrollo con el objetivo de garantizar que el currículo sea aplicable en la práctica. Los docentes pueden ofrecer asesoramiento práctico sobre los conocimientos y competencias con los que los estudiantes acceden a los distintos niveles de la enseñanza, los desafíos prácticos planteados por la integración de la tecnología en diferentes contextos y los métodos más adecuados para involucrar a los estudiantes. Los docentes también son expertos en explicar conceptos complejos a sus estudiantes y pueden realizar valiosas aportaciones no solo a los currículos, sino también a los materiales de apoyo y formación.



**Conclusión clave 3** — Se precisan evidencias acerca de la calidad y eficacia de los currículos de IA.

Los estudios publicados acerca de la evaluación de currículos de IA siguen siendo escasos, y no se ha encontrado ninguno que trate sobre los efectos de dichos currículos en el desarrollo de competencias de IA para los estudiantes y la creación

de capacidad de recursos humanos para desempeñarse en el área. Mientras que algunas evaluaciones o proyectos piloto de currículos sobre la temática incluían comentarios externos de docentes y estudiantes, otras se basaban tan solo en revisiones curriculares practicadas por expertos.

**Recomendación 3.1:** Deben realizarse estudios piloto que recaben la opinión de docentes y estudiantes, así como de expertos académicos o del sector. La implementación de currículos de IA y su impacto en los estudiantes deberían evaluarse rigurosamente para construir una base de evidencias.

## Integración y gestión de currículos



### **Conclusión clave 4 — El desarrollo de recursos y la formación de docentes son esenciales para la integración curricular.**

Casi el 90% de los currículos tomaron su base a partir del desarrollo de recursos y/o en la formación de docentes. Sin embargo, solamente un poco más de la mitad incluyó un análisis de necesidades para informar sobre los recursos o los programas de formación.

**Recomendación 4.1:** Participar en el desarrollo de recursos basados en evidencias y en la formación de docentes recolectando primero información sobre aspectos tales como la capacidad humana existente en el sector, así como la formación y el respaldo necesarios para integrar e implementar un currículo de IA. Incluir a los docentes en el desarrollo de recursos y someter a tales recursos a pruebas piloto antes de hacerlos públicos entre docentes y estudiantes. Tomar las medidas adecuadas para que los conceptos y la pedagogía de la IA sean presentados a los docentes en activo y se integren a la formación docente inicial en las instituciones de educación superior. Aprovechar los eventos sobre IA como oportunidades de formación docente.



### **Conclusión clave 5 — Los currículos de IA aprobados por los gobiernos suelen ser optativos o integrarse a disciplinas ya existentes en las escuelas.**

La mayoría de los países opta por implementar la IA dentro de una o más disciplinas ya existentes, o bien como disciplina optativa o interdisciplinaria. En todos estos casos, es necesario determinar qué se omitirá o condensará en los currículos existentes para crear un espacio que permita un involucramiento sustancial con la IA. Las personas encargadas de desarrollar currículos también deben considerar si la IA será un subtema con apenas unas pocas horas asignadas, o un “tema especial” a ser estudiado en horario extraescolar, por ejemplo, por mero interés personal.

**Recomendación 5.1:** Desarrollar mapas de integración para un conjunto de disciplinas o temas existentes en diferentes niveles de enseñanza, que permitan apoyar la implementación de los resultados de aprendizaje de la IA en diferentes áreas temáticas sin que ello insuma una proporción considerable del tiempo efectivo asignado a una disciplina.

**Recomendación 5.2:** Considerar currículos de IA de múltiples modalidades que incluyan componentes externos a la escuela, como oportunidades extracurriculares de tutoría y participación en competencias.

## Contenido curricular y resultados de aprendizaje



### **Conclusión clave 6 — Las metas y resultados de aprendizaje de los currículos de IA deben concentrarse en los principales valores y habilidades necesarios para el trabajo y la vida en la era de la IA.**

Existe un consenso general sobre la importancia de los currículos de IA y en su función de garantizar que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para el trabajo y la vida en la era de la IA. Sin embargo, el desarrollo de estos currículos se ha emprendido con diferentes metas y áreas de interés que abarcan desde la mera exposición a la IA hasta la experiencia en su desarrollo. Los currículos elaborados hasta el momento demuestran la existencia de diversas concepciones sobre la

progresión de la complejidad de las tareas y los tipos de resultados de aprendizaje que pueden o deben considerarse para estudiantes de distintos niveles educativos. Las metas establecidas para el currículo de IA han afectado al tiempo a ser aplicado, al contenido curricular y a los mecanismos para integrarlos. El tiempo asignado a la comprensión de las Técnicas de IA, al aprendizaje de Tecnologías de IA específicas de cada dominio y al Desarrollo de la IA es limitado e insuficiente como para promover la creatividad y las habilidades necesarias que permitan crear herramientas innovadoras en la materia. Además, sin un conocimiento suficiente de técnicas y herramientas de IA, el debate aislado sobre la ética no es suficiente para brindar a los estudiantes una comprensión profunda y la capacidad de aplicar los principios a lo largo del ciclo vital de la IA.

**Recomendación 6.1:** Los currículos de IA deben ajustarse explícitamente a los objetivos y estrategias de desarrollo nacionales e internacionales. Debe prestarse particular atención al desarrollo de habilidades para el trabajo y la vida en la era de la IA que puedan definirse con mayor precisión en contextos específicos, brindando más oportunidades de generar herramientas innovadoras de IA e integrando la ética a los contextos de su utilización para resolver problemas de la vida real.

**Recomendación 6.2:** Desarrollar, adoptar o adaptar una secuencia coherente de actividades y resultados de aprendizaje que se correspondan con la edad, en consulta con expertos en currículos, especialistas informáticos y profesionales de la educación, considerando los objetivos finales del currículo, las razones para su desarrollo y los mandatos de las políticas nacionales. Además, deben considerarse las interdependencias entre las distintas áreas temáticas.



### **Conclusión clave 7 — Los resultados de aprendizaje de IA pueden alcanzarse a través de actividades en línea y sin conexión.**

Los currículos incluidos en el ejercicio de mapeo demuestran que el acceso tecnológico no constituye un requisito imprescindible para comprender la IA y su impacto en la sociedad, aunque con frecuencia constituya una exigencia para aquellos que pretendan incluir aplicaciones prácticas, componentes de alfabetización en datos y desarrollo de IA. Existe una gran variedad de recursos gratuitos y herramientas y tecnologías de aprendizaje sobre la temática que se encuentran a disposición de los docentes y los estudiantes.

**Recomendación 7.1:** En contextos de escasez de recursos, los currículos pueden concentrarse en áreas tales como comprensión de IA, reconocimiento de aplicaciones de IA en la vida cotidiana, reflexión sobre impactos sociales y estímulo al pensamiento de diseño a través de ejercicios de creación de prototipos en papel o de rediseño de productos

## **Implementación de currículos**



### **Conclusión clave 8 — El aprendizaje basado en proyectos se utiliza habitualmente como metodología pedagógica adecuada para los currículos de IA.**

Un tercio de los currículos revisados en el presente estudio incluyó al aprendizaje basado en proyectos como estrategia pedagógica. Los beneficios percibidos al emplearse este tipo de aprendizaje estuvieron vinculados al desarrollo de habilidades prácticas y a oportunidades para la resolución de problemas.

**Recomendación 8.1:** Las personas a cargo de formular currículos de IA deberían considerar la posibilidad de fomentar pedagogías innovadoras con el fin de crear oportunidades interdisciplinarias que permitan resolver los desafíos de la vida real a los que se enfrentan los estudiantes y sus comunidades, como forma de desarrollar las capacidades de pensamiento crítico, espíritu emprendedor, comunicación y trabajo en equipo.



### **Conclusión clave 9 — Los currículos de IA no deberían vincularse a marcas o tecnologías en particular.**

Aunque resulte necesario desarrollar entornos de aprendizaje adecuados para la implementación de currículos, la educación en IA no debe restringirse al empleo de marcas o productos en particular. Los estudiantes deben adquirir conocimientos básicos, habilidades transferibles y una orientación de valor sobre la aplicación de la IA en diferentes dominios y contextos.

Debido al ritmo de cambio y al desarrollo de nuevas tecnologías y marcas, los currículos basados en algún producto en particular pueden perder relevancia rápidamente, y los conocimientos de los estudiantes vinculados a una marca pueden no transferirse cuando se enfrenten a nuevos contextos o problemas de la vida real.

**Recomendación 9.1:** El desarrollo del currículo debe concentrarse en los resultados de aprendizaje y en la aplicación de principios y procesos de IA, más que en la capacidad de utilizar plataformas, dispositivos o productos en particular. Siempre y cuando resulte posible, los currículos deben implicar a una amplia gama de tecnologías diferentes.

**Recomendación 9.2:** Siempre que sea necesario, invertir en infraestructuras básicas que permitan utilizar un conjunto de tecnologías de IA y herramientas de aprendizaje. Asegurarse de que la formación docente y demás mecanismos de apoyo escolar, como la garantía de calidad o las revisiones de rendimiento, estén convenientemente organizados a fin de garantizar que esta infraestructura pueda utilizarse para alcanzar los resultados de aprendizaje previamente establecidos.

## Consideraciones finales

La introducción de la IA en la vida y el trabajo ya ha cambiado radicalmente la manera en la que las personas interactúan dentro de sus sociedades, tanto en las naciones desarrolladas como en las que están en vía de desarrollo. Ha planteado importantes cuestiones, por ejemplo, sobre la expresión y protección de los derechos humanos, la responsabilidad jurídica en caso de perjuicios ocasionados por la IA, así como la orientación filosófica de su desarrollo y utilización. La IA continuará cambiando la naturaleza de la vida y el trabajo, por lo que su comprensión básica constituye hoy en día un componente crítico del concepto de “ciudadano educado”, con independencia de que cada individuo se convierta o no en un experto en IA.

Considerando la importancia de las competencias en IA, la trayectoria del propio sector y su integración con otros dominios, quizá resulte sorprendente que tan pocos países hayan tratado de manera formal integrar la formación en IA a la enseñanza preescolar, primaria y secundaria. Los gobiernos que han invertido en este terreno lo han hecho basándose en el reconocimiento de que las competencias en la temática resultan esenciales tanto para la economía actual y futura de sus países como para la plena participación de las personas en la vida en sociedad. Entender qué es la IA, cómo funciona y qué puede hacer brinda a los estudiantes la capacidad de comprender mejor el mundo en el que viven, defender sus derechos y los del prójimo, y aprovechar la tecnología y los datos para el bien común.

Se insta a los gobiernos a que garanticen que todas las personas tengan acceso a estas oportunidades a través de la creación de currículos de IA con resultados de aprendizaje bien estructurados, ajustados a los objetivos de las políticas nacionales y los estándares internacionales de derechos humanos y de la ética. Además, se los alienta a prestar la debida atención al estímulo creativo de los estudiantes en torno de la IA, y a la comprensión de la ética a través de un profundo involucramiento con los algoritmos y los datos necesarios para las herramientas utilizadas por ella. Asimismo, los gobiernos deberían adoptar un enfoque humanista en el desarrollo e implementación de currículos de IA a efectos de proteger los derechos fundamentales de las personas, incluida la privacidad de los datos, y la promoción de la inclusión, la equidad y la igualdad de género. También resulta esencial garantizar la adecuada provisión de recursos educativos libres de propiedad intelectual reservada, así como una formación docente basada en las necesidades.

## Referencias

- AAAI. 2018. *AAAI launches “AI for K-12” initiative in collaboration with the Computer Science Teachers Association (CSTA) and AI4All*. Palo Alto, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI). Disponible en: <https://aaai.org/Pressroom/Releases/release-18-0515.pdf> (Consulta 19 noviembre 2021.)
- AI4K12. 2020. *Draft Big Idea 1 - Progression Chart*. Alexandria, AI4K12. Disponible en: <https://ai4k12.org/wp-content/uploads/2021/01/AI4K12-Big-Idea-1-Progression-Chart-Working-Draft-of-Big-Idea-1-v.5.28.2020.pdf> (Consulta 4 febrero 2022.)
- Anwar, F. 2019. Activity-based teaching, student motivation and academic achievement. *Journal of Education and Educational Development*, Vol. 6., No. 1. Karachi, Institute of Business Management, pp. 154-170. Disponible en: <http://jmsnew.iobmresearch.com/index.php/joeed/article/view/91/385> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Biggs, J. y Collis, K. 1982. *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy*. New York, Academic Press, Inc.
- Brewer, L. y Comyn, P. 2015. *Integrating core work skills into TVET systems: Six country case studies*. Ginebra, Organización Internacional del Trabajo (ILO). Disponible en: [https://www.ilo.org/global/docs/WCMS\\_470726](https://www.ilo.org/global/docs/WCMS_470726) (Consulta 27 julio 2021.)
- Buchanan, R. 1992. Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, Vol. 8, No. 2. Cambridge, MIT Press, pp. 5-21. Disponible en: [https://web.mit.edu/jrankin/www/engin\\_as\\_lib\\_art/Design\\_thinking.pdf](https://web.mit.edu/jrankin/www/engin_as_lib_art/Design_thinking.pdf) (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Bughin, J., Seong, J., Manyika, J., Chui, M. y Joshi, R. 2018a. *Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy*. McKinsey Discussion Paper. New York, McKinsey & Company. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy> (Consulta 27 octubre 2021.)
- Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlström, P., Wiesinger, A. y Subramaniam, A. 2018b. *Skill Shift: Automation and the Future of the Workforce*. New York, McKinsey & Company. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce> (Consulta 27 octubre 2021.)
- Caribbean Association of National Training Agencies (CANTA). 2014. *Report on the CANTA Consultative Review of the CARICOM Regional Strategy for TVET (1990)*. Georgetown, CARICOM. Disponible en: [https://www.collegesinstitutes.ca/wp-content/uploads/2014/05/C-EFE\\_Revised-Draft\\_Report\\_TVETStrategy.pdf](https://www.collegesinstitutes.ca/wp-content/uploads/2014/05/C-EFE_Revised-Draft_Report_TVETStrategy.pdf) (Consulta 3 noviembre 2021.)
- CBSE. 2020. *Artificial Intelligence Integration Across Subjects*. New Delhi, Central Board of Secondary Education (CBSE). Disponible en: [http://cbseacademic.nic.in/web\\_material/manuals/aiintegrationmanual.pdf](http://cbseacademic.nic.in/web_material/manuals/aiintegrationmanual.pdf) (Consulta 19 noviembre 2021.)
- CBSE e Intel. 2019. *Artificial Intelligence Curriculum, Class 9 Facilitator Handbook*. New Delhi/Bangalore, Central Board of Secondary Education (CBSE) and Intel India. Disponible en: [http://cbseacademic.nic.in/web\\_material/Curriculum20/AI\\_Curriculum\\_Handbook.pdf](http://cbseacademic.nic.in/web_material/Curriculum20/AI_Curriculum_Handbook.pdf) (Consulta 19 noviembre 2021.)
- Cedefop. 2017. *Defining, writing and applying learning outcomes: A European handbook*. Luxembourg, Publications Office of the European Union. Disponible en: <http://doi.org/10.2801/566770> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- COMEST. 2019. *Preliminary Study on the Ethics of Artificial Intelligence*. París, UNESCO. Disponible en: <https://ircai.org/wp-content/uploads/2020/07/preliminary-study-on-the-ethics-of-artificial-intelligence.pdf> (Consulta 19 noviembre 2021.)
- Engler, A. 2021. *Enrollment Algorithms are Contributing to the Crises of Higher Education*. Brookings [Online]. Washington, D.C., The Brookings Institution. Disponible en: <https://www.brookings.edu/research/enrollment-algorithms-are-contributing-to-the-crises-of-higher-education> (Consulta 28 octubre 2021.)
- Frantzman, S. y Atherton, K. 2019. *Israel's Rafael Integrates Artificial Intelligence into Spice Bombs*. C4ISRNet [Online]. Viena. Disponible en: <https://www.c4isrnet.com/artificial-intelligence/2019/06/17/israels-rafael-integrates-artificial-intelligence-into-spice-bombs> (Consulta 28 octubre 2021.)
- Gazibara, S. 2013. ‘Head, heart and hands learning’ – A challenge for contemporary education. *Journal of Education Culture and Society*, Vol. 4, No. 1. Wrocław, Foundation Pro Scientia Publica, pp. 71-82. Disponible en: <https://doi.org/10.15503/jecs20131.71.82> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Haste, H. 2004. Constructing the citizen. *Political Psychology*, Vol. 25, No. 3. Columbus, International Society of Political Psychology, pp. 413-439. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/3792550> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- . 2018. Attitudes and Values and the OECD Learning Framework 2030: A critical review of definitions, concepts and data. *Education and Skills 2030: Conceptual learning framework*. París, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), pp. 33-62. Disponible en: [https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/Draft\\_Papers\\_supporting\\_the\\_OECD\\_Learning\\_Framework\\_2030.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/Draft_Papers_supporting_the_OECD_Learning_Framework_2030.pdf) (Consulta 5 noviembre 2021.)

- Haenlein, M. y Kaplan, A. 2019. A brief history of AI: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, Vol. 61, No. 4. Thousand Oaks, Sage Publishing, pp. 5-14.
- Hasso Plattner Institute of Design. 2010. An Introduction to Design Thinking: Process Guide. Stanford, Hasso Plattner Institute of Design. Disponible en: <https://web.stanford.edu/~mshanks/MichaelShanks/files/509554.pdf> (Consulta 5 enero 2022.)
- Hobcraft, P. 2017. *Improving the Potential for Innovation through Design Thinking*. Bonn, HYPE. Disponible en: <https://www.hypeinnovation.com/hubfs/content/reports/design-thinking-improving-potential-innovation.pdf> (Consulta 5 enero 2022.)
- Jobin, A., Lenca, M. y Vayena, E. 2019. The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, Vol. 1. London, Springer Nature Limited, pp. 389-399.
- Kelly, J. 2020. U.S. lost over 60 million jobs—Now robots, tech and artificial intelligence will take millions more. *Forbes* [Online]. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/jackkelly/2020/10/27/us-lost-over-60-million-jobs-now-robots-tech-and-artificial-intelligence-will-take-millions-more> (Consulta 26 octubre 2021).
- Kinta, G. 2013. Theoretical background for a learning-outcomes-based approach to vocational education. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*, Vol. 3, No. 3. London, Infonomics Society, pp. 1533-1541. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20533/ijcdse.2042.6364.2013.0215> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Kolb, D. 2015. *Experiential Learning: Experience as The Fuente of Learning and Development* (2nd ed.). Upper Saddle River, Pearson FT Press.
- Kokotsaki, D., Menzies, V. y Wiggins, A. 2016. Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, Vol. 19, No. 3. Thousand Oaks, Sage Publishing, pp. 267-277.
- Kush, J. 2019. Computational thinking as a pedagogical tool for Ukrainian students. *Professionalism of the Teacher: Theoretical and Methodological Aspects*, Vol. 9. Slavyansk, Donbass State Pedagogical University, pp. 21-27. Disponible en: <https://doi.org/10.31865/2414-9292.9.2019.174532> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Kynigos, C. 2015. Constructionism: Theory of learning or theory of design? S. J. Cho (ed), *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education*. New York, Springer, Cham, pp. 417-438.
- Lao, N. 2020. *Reorienting machine learning education towards tinkers and ML-engaged citizens*. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology.
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erikson, J., Malyn-Smith, J. y Werner, L. 2011. Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, Vol. 2, No. 1. New York, ACM, pp. 32-37.
- Lodi, M. y Martini, S. 2021. Computational thinking, between Papert and Wing. *Science & Education*, Vol. 30, No. 4. London, Springer Nature, pp. 883-908. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Long, D. and Magerko, B. 2020. What is AI literacy? Competencies and design considerations. *CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 2020*. New York, ACM, Inc., pp. 1-16.
- Lopez, B., Whitaker, R., Harris, P. y Wines, L. 2015. Navigating a Digital Textbook or Online Lab. C. J. Sheperis and R. J. Davis (eds), *Online Counselor Education: A Guide for Students*. Los Angeles, Sage Publishing, pp. 107-128.
- Lund, S., Madgavkar, A., Manyika, J., Smit, S., Ellingrud, K. y Robinson, O. 2021. *The Future of Work after COVID-19*. McKinsey Global Institute. New York, McKinsey & Company. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/the-future-of-work-after-covid-19> (Consulta 28 octubre 2021.)
- Mahdavinjad, M.S., Rezvan, M., Barekatin, M., Adibi, P., Barnaghi, P. y Sheth, A. 2018. Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey. *Digital Communications and Networks*, Vol. 4, No. 3. Chongqing, Chongqing University of Posts and Telecommunications, pp. 161-175. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2017.10.002> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R. y Zhang, H. 2021. *AI and Education Guidance for Policy-makers*. Paris, UNESCO. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709> (Consulta 18 noviembre 2021.)
- Miao, F. y Holmes, W. 2020. *International Forum on AI and the Futures of Education, Developing Competencies for the AI Era: Synthesis report*. Paris, UNESCO. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377251> (Consulta 18 noviembre 2021.)
- Microsoft. 2021. *Microsoft Computer Science Curriculum Toolkit*. Disponible en: <https://edudownloads.azureedge.net/msdownloads/Microsoft-Computer-Science-Framework.pdf> (Consulta 18 noviembre 2021.)
- Ministerio de Educación, India. 2020. *CBSE Artificial Intelligence*. New Delhi, Ministerio de Educación, India.
- Ministerio Federal de Asuntos Digitales y Económicos, Austria. 2018. *71st regulation: Changes to the ordinance on the curricula of the new secondary schools and the ordinance on the curricula of general secondary schools*. Viena, Ministerio Federal de Asuntos Digitales y Económicos. (En alemán) Disponible en: [https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA\\_2018\\_II\\_71/BGBLA\\_2018\\_II\\_71.html](https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2018_II_71/BGBLA_2018_II_71.html) (Consulta 5 enero 2022.)
- Mulder, M. 2007. Competence: The essence and use of the concept in ICVT. *European Journal of Vocational Training*, Vol. 40. Thessaloniki, Cedefop – European Centre for the Development of Vocational Training, pp. 5-21. Disponible en: <https://www.cedefop.europa.eu/files/40-en.pdf> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- NCLSorg. 2017. *Susan Patrick and Chris Sturgis: Webinar | Overview of K-12 Competency-Based Education* [Online video]. Disponible en: [https://youtu.be/46K6OQa\\_DfM](https://youtu.be/46K6OQa_DfM) (Consulta 28 octubre 2021.)

- OCDE. 2019. *Attitudes and Values for 2030*. París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Disponible en: [https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/attitudes-and-values/Attitudes\\_and\\_Values\\_for\\_2030\\_concept\\_note.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/attitudes-and-values/Attitudes_and_Values_for_2030_concept_note.pdf) (Consulta 28 octubre 2021.)
- OIE. 2013. *IBE Glossary of Curriculum Terminology*. Ginebra, UNESCO Oficina Internacional de Educación (OIE). Disponible en: [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/IBE\\_GlossaryCurriculumTerminology2013\\_eng.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/IBE_GlossaryCurriculumTerminology2013_eng.pdf) (Consulta 19 noviembre 2021.)
- Papert, S. y Harel, I. 1991. *Constructionism*. Norwood, Ablex Publishing Corporation.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. 2006. *European reference framework for key competences for lifelong learning*. Bruselas, Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. Disponible en: [https://pjp-eu.coe.int/documents/42128013/47261704/I\\_39420061230en00100018\\_17.pdf](https://pjp-eu.coe.int/documents/42128013/47261704/I_39420061230en00100018_17.pdf) (Consulta 3 noviembre 2021.)
- Piaget, J. 1972. *The Principles of Genetic Epistemology*. London, Routledge & Kegan Paul.
- Razzouk, R. y Shute, V. 2012. What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, Vol. 82, No. 3. Washington DC, American Educational Research Association, pp. 330-348.
- Rutayuga, A.B. 2014. *The emerging Tanzanian concept of competence: conditions for successful implementation and future development* (Disertación doctoral no publicada). London, University of London. Disponible en: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10021640/1/PhD%20-%20Full%20Thesis%20-%20ABRutayuga%20-%20October%202014.pdf> (Consulta 19 noviembre 2021.)
- Shiohira, K. 2021. *Understanding the Impact of Artificial Intelligence on Skills Development*. París/Bonn, UNESCO/Centro Internacional UNESCO-UNEVOC para la Educación y Formación Técnica y Profesional. Disponible en: [https://unevoc.unesco.org/pub/understanding\\_the\\_impact\\_of\\_ai\\_on\\_skills\\_development.pdf](https://unevoc.unesco.org/pub/understanding_the_impact_of_ai_on_skills_development.pdf) (Consulta 28 octubre 2021.)
- Singleton, J. 2015. Head, heart and hands Model for transformative learning: Place as context for changing sustainability values. *Journal of Sustainability Education*, Vol. 9. Prescott, Prescott College PhD Program in Sustainability Education. Disponible en: <http://www.jsedimensions.org/wordpress/wp-content/uploads/2015/03/PDF-Singleton-JSE-March-2015-Love-Issue.pdf> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Sinha, G. 2020. *Assessment Tools for Mapping Learning Outcomes with Learning Objectives*. Hershey, IGI Global.
- Sipos, Y., Battisti, B., y Grimm, K. 2008. Achieving transformative sustainability learning: Engaging head, hands and heart. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, No. 1. Bingley, Emerald Group Publishing Limited, pp. 68-86. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/14676370810842193> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Taber, K. 2016. Constructivism in education: Interpretations and criticisms from science education. E. Railean (ed), *Handbook of Applied Learning Theory and Design in Modern Education*. Hershey, IGI Global, pp. 116-144. Disponible en: <https://science-education-research.com/downloads/publications/2016/Taber-2016-2019-Constructivism-In-Education-AMV.pdf> (Consulta 28 octubre 2021.)
- Taber, K. S. 2019. Constructivism in Education: Interpretations and Criticisms from Science Education. *Early Childhood Development: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. Hershey, IGI Global, pp. 312-342.
- UNDESA, UNESCO, WFEQ y UN Oficina del Enviado del Secretario General para la Tecnología. 2021. *Resource Guide on Artificial Intelligence Strategies*. New York, Naciones Unidas. Disponible en: [https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021-06/ReFuente%20Guide%20on%20AI%20Strategies\\_June%202021.pdf](https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021-06/ReFuente%20Guide%20on%20AI%20Strategies_June%202021.pdf) (Consulta 23 noviembre 2021.)
- UNESCO. 2015. *Declaración de Qingdao, 2015: aprovechar las oportunidades digitales, liderar la transformación de la educación*. París, UNESCO. Disponible en: [unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233352](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233352) (Consulta 28 octubre 2021.)
- . 2019a. *Artificial Intelligence in Education: Challenges and opportunities for sustainable development*. París, UNESCO. Disponible en: [unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994) (Consulta 19 noviembre 2021.)
- . 2019b. *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*. París, UNESCO. Disponible en: [unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303) (Consulta 28 octubre 2021.)
- . 2020. *Documento final: primera versión del proyecto de recomendación sobre la ética de la Inteligencia Artificial*. París, UNESCO. Disponible en: [unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373434\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373434_spa) (Consulta 23 noviembre 2021.)
- . 2021a. *UNESCO Strategy on Technological Innovation in Education 2022 – 2025*. París, UNESCO. Disponible en: [unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378847\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378847_spa) (Consulta 28 octubre 2021.)
- . 2021b. *Survey for Mapping of AI Curricula*. No publicado (Remitido a la UNESCO).
- Williams, M. 2017. John Dewey in the 21<sup>st</sup> Century. *Journal of Inquiry & Action in Education*, Vol. 9, No. 1. Buffalo, Buffalo State, pp. 91-102. Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1158258.pdf> (Consulta 14 diciembre 2021.)
- Williams, R., Kaputsos, S. y Breazeal, C. 2021. Teacher Perspectives on How To Train Your Robot: A Middle School AI and Ethics Curriculum. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, Vol. 35 No. 17. Menlo Park, Association for the Advancement of Artificial Intelligence, pp. 15678-15686. Disponible en: <https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/17847> (Consulta 16 diciembre 2021.)

## Apéndice

### Encuesta enviada a los representantes de los Estados Miembros

#### Mapeo de la UNESCO sobre currículos de IA aprobados por los gobiernos

El propósito de esta encuesta es recolectar información de alto nivel sobre los **currículos de Inteligencia Artificial (IA) aprobados por los gobiernos para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria**. Se incluyen currículos específicos (por ejemplo, para una disciplina obligatoria denominada IA o para una disciplina optativa), parte de un currículo (por ejemplo, unidades o conceptos de IA en un currículo de TIC o de otra disciplina), una disciplina extracurricular o que se encuentre distribuida entre otras varias disciplinas. La información se utilizará como parte de un estudio de mapeo de la UNESCO para identificar aquellos países en los que se están desarrollando e implementando currículos de IA, los niveles educativos cubiertos por tales currículos, su clasificación como independientes o integrados a otras disciplinas, y el contenido abordado por ellos.

Hay varias respuestas posibles para esta encuesta. Si en su contexto hay varios currículos de IA elaborados o implementados por diferentes desarrolladores, o bien si existen diferencias en la elaboración, aprobación, evaluación, etc. para los diferentes niveles educativos y desea ilustrarlas de manera clara, responda a cada caso por separado.

Su contribución será muy bienvenida y contribuirá a enriquecer la base mundial de conocimientos sobre la IA en la educación.

Su participación en esta encuesta se considera como consentimiento para la presente investigación y también para que la información recolectada se utilice en el estudio de mapeo y en cualquier publicación posterior de la UNESCO.

#### Información general

1. ¿A qué país, organismo(s) intergubernamental(es) regional(es) o internacional(es) representa Ud. en sus respuestas a la presente encuesta? (respuesta libre y concisa)
2. ¿Está Ud. al tanto del desarrollo o la implementación de un currículo de IA para estudiantes de cualquier nivel entre la enseñanza preescolar, primaria y secundaria en su país/contexto? [Nota: El currículo puede ser específico (solo sobre IA), integrado a otra disciplina (como TIC/TI) o transversal (integrado entre diversas disciplinas). El implementador del currículo puede ser el gobierno nacional, proveedores privados u ONG].
  - ☐ No
  - ☐ Sí, se ha desarrollado y aprobado un currículo de IA (considerar uno o varios currículos de IA).

Si su país cuenta con currículos de IA aprobados por el gobierno y si Ud. ha sido designado como coordinador del mapeo de la UNESCO sobre currículos de IA, es posible que entremos en contacto con Ud. para plantearle preguntas adicionales.

3. Por favor, indique su nombre
4. Por favor, indique su dirección de correo electrónico
5. Por favor, indique datos de contacto alternativos

#### Currículo de IA 1

[Si se están elaborando y aprobando varios currículos de IA, por favor, indique la información de cada uno de ellos por separado, indicando la cantidad de currículos adicionales al final de esta página y pasando a la siguiente, o bien entre en contacto con la UNESCO para efectuar un mapeo de los currículos de IA].

6. ¿Cuál es el nombre del currículo de IA? (respuesta libre)
7. ¿Quién ha elaborado este currículo? (respuesta libre y concisa)

8. El desarrollador pertenece al:
  - ☐ Sector público (por ejemplo, el gobierno)
  - ☐ Sector privado (por ejemplo, corporación/industria)
  - ☐ Tercer sector (por ejemplo, ONG, organización de la sociedad civil, organización de bien público, etc.)
  - ☐ Otros (especificar)
9. ¿Cómo ha sido aprobado el currículo? Si los distintos niveles educativos contemplados por el currículo se han aprobado de manera diferente, indíquelo en el apartado 'otros' (marque todas las casillas que correspondan)
  - ☐ El gobierno nacional ha ordenado o aprobado el uso de este currículo en las escuelas.
  - ☐ El gobierno local (por ejemplo, de distritos o provincias) ha ordenado o aprobado el uso de este currículo en las escuelas.
  - ☐ Una o varias escuelas han ordenado o aprobado el uso de este currículo
  - ☐ El currículo otorga una certificación por parte del sector de la IA.
  - ☐ Ninguna de las anteriores
  - ☐ Otros (respuesta libre)
10. ¿Cómo se posiciona el currículo en el marco curricular gubernamental para las escuelas? (marque todo lo que corresponda)
  - ☐ En las escuelas como disciplina obligatoria con derecho a créditos
  - ☐ En las escuelas como disciplina optativa con derecho a créditos
  - ☐ En las escuelas, como parte de la disciplina obligatoria de TIC/TI con derecho a créditos.
  - ☐ En las escuelas, como parte de la asignatura electiva u optativa de TIC/TI con derecho a créditos.
  - ☐ Como asignatura interdisciplinaria o transversal en las escuelas
  - ☐ Como actividad extracurricular en las escuelas
  - ☐ Como actividad extraescolar (por ejemplo, clubes, *hackathons*, en el hogar)
  - ☐ Otros (respuesta libre)
11. ¿A cuántas escuelas **alcanza actualmente este currículo**? Si el mismo se encuentra aún en fase de desarrollo, indique cero. (respuesta restringida a números a partir del 0)
12. ¿Cuántos estudiantes son alcanzados por este currículo? Si no lo sabe, deje la respuesta en blanco.
  - ☐ Estudiantes niños
  - ☐ Estudiantes niñas
  - ☐ Total (en caso de que se desconozca el género de los estudiantes alcanzados)
13. ¿Cuáles son los niveles educativos alcanzados por este currículo? (seleccione todos los que corresponda)
  - ☐ Primaria inicial: preescolar al 2º grado
  - ☐ Primaria avanzada: de 3º grado al final de la enseñanza primaria
  - ☐ Secundaria básica
  - ☐ Secundaria superior
  - ☐ Otros (explique, respuesta libre)
14. ¿Cuál es la cantidad total de horas de clase asignadas al currículo? Si las opciones son más de una (por ejemplo, si existe posibilidad de una ampliación optativa), indique todas las horas con una breve aclaración de lo que describen. (respuesta libre)
  - ☐ Primaria inicial: preescolar al 2º grado
  - ☐ Primaria avanzada: de 3º grado al final de la enseñanza primaria
  - ☐ Secundaria básica
  - ☐ Secundaria superior
15. Si considera el currículo de IA, ¿qué porcentaje del tiempo total de enseñanza estimaría Ud. que se asigna a cada uno de los siguientes componentes? (si no se le asignan horas al componente, deje el espacio en blanco)
  - ☐ Algoritmos y programación

- ☐ Aplicaciones de la IA en dominios distintos a las TIC (como Arte, Música, Estudios Sociales, Ciencias, Salud, etc.)
  - ☐ Resolución de problemas contextuales
  - ☐ Alfabetización en datos (como estadística, recolección de datos, preprocesamiento, modelado de datos, análisis, interpretación, visualización).
  - ☐ Ética de la IA / IA ética (como sesgo, privacidad, etc.)
  - ☐ Implicaciones de la IA sociales o de la sociedad (por ejemplo, tendencias como el desplazamiento de fuerza de trabajo, cambios en los marcos jurídicos, creación de mecanismos de gobernanza, etc.).
  - ☐ Comprensión y uso de técnicas de IA (por ejemplo, aprendizaje automático en general, aprendizaje supervisado/no supervisado/de refuerzo/profundo, redes neuronales, etc.).
  - ☐ Comprensión y uso de tecnologías de IA (como PLN, visión artificial, etc.) (si existen horas asignadas al componente, por favor especifique las tecnologías de IA)
  - ☐ Desarrollo de tecnologías de IA (como PLN, visión artificial, etc.) (si existen horas asignadas al componente, por favor especifique las tecnologías de IA))
16. ¿Cuáles herramientas y entornos de aprendizaje son sugeridos por el currículo? (respuesta libre)
17. ¿Qué preparación o movilización de docentes se realizó o se está realizando para implementar este currículo de manera eficaz? (marque todo lo que corresponda)
- ☐ Investigación o análisis de necesidades relativas a la implementación del currículo
  - ☐ Desarrollo de recursos para docentes (libros de texto, planes de clase, etc.)
  - ☐ Formación docente respecto del currículo y los recursos
  - ☐ Contratación de personal adicional / capacidad adicional para que las escuelas implementen el currículo
  - ☐ Participación del sector privado o del tercer sector con capacitadores a tiempo parcial en las escuelas
  - ☐ Mejora de las infraestructuras escolares
  - ☐ Adquisición de recursos adicionales para escuelas/aulas
  - ☐ Otros (respuesta libre)
18. ¿Qué metodologías de enseñanza o abordajes pedagógicos sugeridos se destacan en el currículo y/o en cualquier formación y recursos asociados? (marque todo lo que corresponda)
- ☐ Clases o actividades educativas
  - ☐ Aprendizaje combinado (es decir, aprendizaje ofrecido parte en forma presencial y parte a distancia)
  - ☐ Aprendizaje a distancia
  - ☐ Trabajo en grupo
  - ☐ Aprendizaje basado en proyectos (por ejemplo, los estudiantes aprovechan sus habilidades y competencias para identificar y/o reaccionar ante un desafío de la vida real durante un lapso de tiempo prolongado).
  - ☐ Aprendizaje basado en actividades (por ejemplo, los estudiantes progresan ejecutando actividades facilitadas por un docente a su propio ritmo).
19. ¿Ha sido evaluado el currículo de IA?
- ☐ No
  - ☐ Sí, por favor explique de qué modo ha sido evaluado el currículo
20. ¿Ha sido revisado el currículo de IA en función de su evaluación?
- ☐ No
  - ☐ Sí, por favor explique de qué modo ha sido revisado el currículo
21. ¿Está disponible la documentación del currículo, aunque solo sea en forma de esbozo, para su revisión por parte del equipo de mapeo?
- ☐ No
  - ☐ Sí
22. [Si existen más currículos de IA, por favor seleccione cuántos y pase a la página siguiente]<sup>47</sup>

47 Al añadir más currículos de IA, el cuestionario repetía las preguntas 6 a 21 para un máximo de 13 currículos.



# unesco

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

## Currículos de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria

### Un mapeo de los currículos de IA aprobados por los gobiernos

Las normativas por sí solas son insuficientes para garantizar que la IA constituya un bien común para la educación y para toda la humanidad. Todas las personas deben contar con un cierto nivel de alfabetización en IA que incluya los valores, conocimientos y habilidades relacionados a ella. Este informe presenta las principales conclusiones y recomendaciones de la encuesta mundial de la UNESCO sobre currículos de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria. Revela que solo 11 países han desarrollado y aprobado currículos de IA para los mencionados niveles educativos, y otros cuatro cuentan con currículos de IA en fase de desarrollo. Se hace desde aquí un firme llamamiento para que los Estados Miembros desarrollen currículos de IA para los estudiantes de la enseñanza preescolar, primaria y secundaria, y construyan mecanismos más robustos para aprobar currículos de IA no gubernamentales ofrecidos, a fin de equilibrar el abordaje del sector privado. El informe también revela que los resultados de aprendizaje de los currículos de IA deben enfocarse más en la promoción de la creatividad para la creación de tecnologías de IA y en la ética contextual. La formación docente es esencial para asegurar la implementación de los currículos de IA. Estos docentes deben recibir instrucción para elaborar y facilitar el aprendizaje basado en proyectos, que es la metodología pedagógica más utilizada en los currículos de IA existentes. El trabajo aconseja también la adopción de un 'abordaje agnóstico' en referencia a las marcas y productos de IA al momento de introducir nuevas tecnologías específicas.

### Manténgase en contacto

Unidad de Tecnología e Inteligencia Artificial  
en la Educación de la UNESCO,  
Equipo para el Futuro del Aprendizaje y la  
Innovación  
UNESCO  
7, place de Fontenoy  
75007 París, France

✉ [aied@unesco.org](mailto:aied@unesco.org)

🐦 [@UNESCOICTs](https://twitter.com/UNESCOICTs)

📘 [@UNESCOICTinEducation](https://www.facebook.com/UNESCOICTinEducation)

🌐 [www.unesco.org/es/digital-education](http://www.unesco.org/es/digital-education)

