

Iniciativas de la enseñanza de Inteligencia Artificial en la escuela. Enfoques globales, regionales y locales

Isabel Kimura¹, Claudia Queiruga², Javier Díaz³

LINTI (Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas), Facultad de Informática. UNLP, Argentina

¹ikimura@linti.unlp.edu.ar

^{2,3}{claudiaq, javierd}@info.unlp.edu.ar

Abstract. El presente trabajo se contextualiza en el proyecto de tesis doctoral en Ciencias Informáticas de la UNLP denominada “Incorporación de Machine Learning en la enseñanza secundaria”. La reciente irrupción de herramientas de Inteligencia Artificial generativa, al alcance de un clic, como el chatbot ChatGPT para textos o Dall-e para imágenes, traen consigo la novedad de producir cosas que no existían, transformando sustancialmente la manera en que se produce y consume contenido, entre otras actividades. Estas tecnologías ponen en evidencia la existencia de sistemas que recopilan cientos de millones de datos disponibles en Internet y en repositorios privados, en diferente formato, como textos, imágenes, fotos, videos y audios, con los que se entrenan, para generar nuevo contenido, difícil de predecir. En este sentido, la pregunta que cabe hacerse es si el sistema educativo obligatorio, específicamente la escuela, está preparando ciudadanos que puedan comprender estas tecnologías y participar activamente de este cambio tecnológico que indudablemente afectará el mundo del trabajo y del estudio. En este artículo se realiza un relevamiento de las iniciativas existentes a nivel global, regional y local, impulsadas por los Estados, las empresas y organizaciones de la sociedad civil, sobre educación en Inteligencia Artificial en el sistema educativo escolar, identificando los países que han avanzado en el desarrollo de un diseño curricular que contemple estos contenidos, sus enfoques didácticos, su grado de implementación, materiales que disponen y formación docente.

Keywords: Inteligencia Artificial, Educación, Informática, Aprendizaje Automático.

1 Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) es un campo de conocimiento que nace en los años cincuenta, sin embargo, en la última década se ha materializado en artefactos de uso cotidiano, ejemplo de ellos son los asistentes virtuales como Siri, Alexa y Google Now, en videojuegos, en las recomendaciones de Amazon, Mercado Libre, Netflix, entre otras plataformas. Sin embargo, son pocas las personas que conocen y comprenden cómo funciona la tecnología que existe detrás de estos productos y servicios tec-

nológicos, que consumen diariamente. En este sentido, se puede afirmar que actualmente la IA está presente en la cotidianeidad de las personas, más aún a partir de la reciente irrupción de herramientas de IA generativa, al alcance de un clic, como el chatbot ChatGPT para textos o Dall-e¹ para imágenes; ambas herramientas desarrolladas por la empresa OpenAI. A modo de ejemplo, los siguientes párrafos fueron creados con ChatGPT ante diferentes preguntas sobre una definición de ChatGPT:

ChatGPT es un sistema de chat basado en el modelo de lenguaje por Inteligencia Artificial GPT-3, desarrollado por la empresa OpenAI. Es un modelo con más de 175 millones de parámetros, y entrenado con grandes cantidades de texto para realizar tareas relacionadas con el lenguaje, desde la traducción hasta la generación de texto. ChatGPT es básicamente un robot virtual (chatbot) que responde una variedad de preguntas, realiza tareas por escrito, conversa con fluidez e incluso da consejos sobre problemas personales (aunque se advierte que no tiene este objetivo). Sus posibilidades de generar contenido son inmensas.

ChatGPT es un modelo de lenguaje natural desarrollado por OpenAI, basado en la arquitectura GPT (Transformador Generativo de Pre-entrenamiento). Fue entrenado en una enorme cantidad de datos de texto para poder generar respuestas coherentes y útiles a una amplia variedad de preguntas y solicitudes de los usuarios (...)

ChatGPT es un modelo de lenguaje natural que ha sido diseñado para entender y procesar el lenguaje humano de una manera similar a como lo hacemos las personas. Para ello, ha sido entrenado con una enorme cantidad de datos de texto que provienen de diversas fuentes, como libros, artículos, sitios web, conversaciones, entre otros (...)

Lo novedoso de estas nuevas herramientas, específicamente el chatGPT, es la posibilidad de interacción en lenguaje coloquial, no advirtiendo diferencia con una conversación entre humanos y en la producción de contenido de diferentes campos de conocimiento y que podemos evaluar, al menos hasta el momento, como muy buena. Por otro lado, se plantean ciertas cuestiones éticas y morales con los usos de estas nuevas formas de IA, por ejemplo, la originalidad de las producciones, los derechos de autor, los sesgos en los conjuntos de entrenamiento, dado que, a pesar de la mejora del aprendizaje automático en el reconocimiento de patrones, pueden observarse problemas éticos, por ejemplo con el reconocimiento facial de personas no caucásicas. Estas discusiones surgen a partir del uso de tecnologías IA que hace pocos años no estaban difundidas de la manera que lo están hoy.

En los últimos años, la incorporación de contenidos de Informática en la educación obligatoria se ha constituido en una preocupación global [1][2][3][4], evidenciada en una gran variedad de trabajos publicados en revistas científicas, de divulgación y paneles de expertos de todo el mundo que reflexionan acerca de cómo introducirlos en las curriculas de los sistemas educativos. Nuestro país no es ajeno a estas discusiones

¹ Dall-e es una herramienta que permite crear imágenes originales y realistas a partir de frases escritas en lenguaje natural. Su nombre proviene de la combinación del nombre del artista surrealista Salvador Dalí y el personaje de Pixar Wall-e.

y un conjunto de iniciativas y políticas federales, han contribuido a consolidar una perspectiva que fortalece las razones por las cuales resulta necesario situar la enseñanza de la Informática como campo del saber en la escuela [5][6]. Si bien existe una gran cantidad de literatura e investigaciones sobre la introducción de contenidos de Informática en las escuelas con especial atención en programación, con sus enfoques y particularidades, y políticas educativas que lo impulsan, son más recientes las discusiones sobre la enseñanza de IA en espacios académicos y en organismos internacionales ocupados de la educación. Esto se evidencia a partir de la existencia de una gran variedad de trabajos publicados en revistas científicas, de divulgación, reportes internacionales y paneles de expertos de todo el mundo que reflexionan sobre este tema, acelerándose en los últimos tiempos a partir de la disponibilidad de herramientas que hacen uso de técnicas de IA, el ejemplo más claro es ChatGPT y Dall-e.

El presente trabajo se contextualiza en el proyecto de tesis doctoral en Ciencias Informáticas de la UNLP denominada “Incorporación de Machine Learning en la enseñanza secundaria”, buscando encontrar ciertas respuestas a la nueva frontera tecnológica que impone la IA y el vínculo con las políticas públicas educativas y de ciencia y tecnología. Para ello en el trabajo que aquí se presenta se rastrean iniciativas gubernamentales y de otros sectores (empresas y organizaciones de la sociedad civil), tanto a nivel global como regional y local, que impulsan la incorporación de IA en los diseños curriculares de la enseñanza escolar, identificando enfoques didácticos, contenidos a abordar y su relación con una perspectiva ética de la IA. Para el desarrollo de este trabajo se usó una metodología de investigación de tipo cualitativa, específicamente basada en la búsqueda de información documental, en la que se seleccionaron artículos científicos, revistas de inteligencia artificial, repositorios bibliográficos de universidades, sitios gubernamentales y reportes de organismos internacionales.

2 ¿De qué hablamos cuándo hablamos de IA? ¿Qué deben saber los jóvenes sobre la IA?

En este trabajo consideramos necesario definir los términos y conceptos incluidos en lo que comúnmente se denomina, en forma general, Inteligencia Artificial, dado que los programas e iniciativas que impulsan la enseñanza de esta área de conocimiento de la Informática, en el sistema escolar, prioriza algunos temas sobre otros. Aunque es posible encontrar que los términos Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático (Machine Learning) y Aprendizaje Profundo (Deep Learning) se los suele utilizar como sinónimos, existen diferencias entre ellos. A continuación, se describen brevemente cada uno de ellos [7][8][9]:

- La Inteligencia Artificial es la disciplina que se encarga de comprender y construir entidades artificiales inteligentes que simulan en algún sentido el comportamiento humano.
- El Aprendizaje Automático es una rama de la Inteligencia Artificial que estudia mecanismos que permite a las computadoras “aprender” a clasificar o predecir en base a datos.

- El Aprendizaje Profundo es un subconjunto del Aprendizaje Automático que se distingue por el tipo de datos con los que trabaja y los métodos mediante los cuales aprende. Se utiliza para trabajar con datos como imágenes y sonidos.

La Fig. 1, describe la relación entre estos conceptos: el Aprendizaje Automático es un subconjunto de la Inteligencia Artificial, el Aprendizaje Profundo es un subconjunto de Aprendizaje Automático, pudiendo pensarse esta relación como la de las muñecas mamushkas, que una se encuentra dentro de otra.

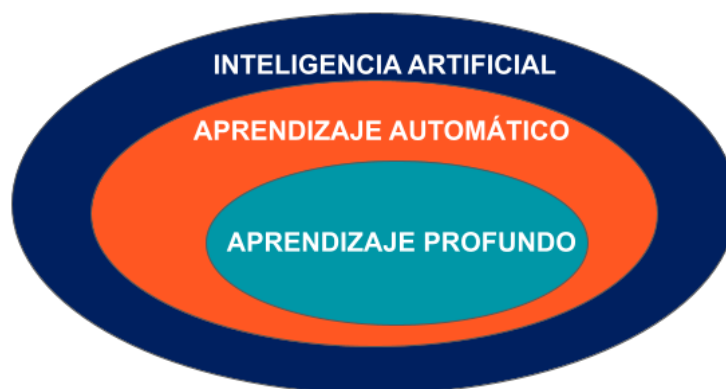


Fig. 1. Relación entre Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo.

Con relación a por qué y para qué enseñar IA en la escuela, podemos afirmar que la IA es un conocimiento que forma parte de las competencias digitales que es necesario desarrollar como ciudadanos, poniendo especial atención en la dimensión ética de la IA [10]. En este sentido, es importante que los estudiantes estén informados, capacitados y orientados sobre las posibilidades y riesgos que la IA ofrece, tanto como usuarios críticos de las aplicaciones y los servicios que utilizan cotidianamente, así como participantes activos en el desarrollo de estas tecnologías. Siguiendo con esta idea, es necesario que la educación escolar incorpore la IA tanto para aprovecharla como una fuente de oportunidades para la mejora de la calidad de vida, como para cuestionarla y hackearla² [11] [12].

Por otro lado, desde un enfoque local, teniendo en cuenta que una de las funciones de la escuela secundaria en la Argentina es preparar tanto para el trabajo como para la continuidad en los estudios, es relevante considerar la IA en la formación de jóvenes, dado que ésta “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). Según el estudio de la consultora MacKinsey, sobre empleos que están siendo sustituidos por IA, se estima que el 15% de la fuerza de trabajo global está siendo desplazada por la automatización (periodo 2016-2030), y que hacia 2030

² El término hackear se utiliza en este trabajo, para describir a las personas que intentan conocer y comprender cómo funciona una tecnología más allá de los usos habituales motivados por el simple interés y la curiosidad por el conocimiento.

el 70% de las empresas a escala mundial adoptarán al menos un tipo de tecnología de IA [13].

3 Iniciativas de enseñanza de la IA en la escuela

3.1 Iniciativas globales de programas de estudio de IA

En este apartado se identifican las iniciativas de los Estados que definen en su agenda políticas educativas orientadas a introducir IA en la enseñanza escolar, desde la perspectiva de los diseños de los programas de estudio, los enfoques didácticos y los contenidos. Los datos utilizados para este análisis se obtuvieron de diferentes fuentes: a) mapeo de currículum de IA elaborado por la UNESCO [14] para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria. Este reporte se elaboró a partir de dos encuestas administradas a representantes de los 193 Estados miembros de la UNESCO y a más de 10.000 actores del sector privado y del tercer sector. La encuesta fue respondida por representantes de 20 países y de un territorio (provincia), quienes manifestaron poseer al menos un currículo de IA elaborado y respaldado por el gobierno, o en fase de desarrollo. Además, un total de 31 ONG, académicos y asociaciones sectoriales indicaron contar con un currículo de IA; b) iniciativas impulsadas por empresas tecnológicas que trabajaron en colaboración con algunos Estados [15] [16] [17] [18].

A partir de este estudio, los abordajes de los diseños de programas de estudio sobre IA, se clasifican en: elaborados y aprobados por los gobiernos de manera centralizada, elaborados descentralizadamente bajo coordinación gubernamental y elaborados por empresas privadas bajo demanda de los gobiernos. La Tabla 1 describe dichos abordajes.

Tabla 1. Estrategias de diseño de programas de estudio de IA. Elaboración propia, basada en el reporte de la UNESCO (2023)

Estrategias de desarrollo de programas de estudio sobre IA	Descripción	Países
Centralizado bajo liderazgo gubernamental	La elaboración está a cargo de forma centralizada de organismos públicos nacionales, que eventualmente cuenta con la participación y colaboración de docentes, académicos y expertos.	República de Corea, China, Kuwait y Bulgaria
Prestación privada comisionada por los gobiernos	El gobierno solicita a empresas privadas la elaboración del currículo nacional.	Arabia Saudita y Qatar
Abordaje descentralizado bajo coordinación	Los gobiernos locales o provinciales adoptan estándares nacionales para la	Bélgica

gubernamental	elaboración de un currículum a ser implementado en las escuelas.	
Currículos no gubernamentales de IA impulsados por el sector privado	Las partes interesadas del sector privado o del mundo académico elaboran sus propios currículos y recursos. Estos currículos deben tener cierto grado de flexibilidad para que se adapten a diferentes contextos.	India

Por otro lado, entre los países que cuentan con diseños de programas de IA es posible identificar propuestas para diferentes niveles educativos y en diferente estado de ejecución, según se describe en la Tabla 2.

Tabla 2. Programas de estudio sobre IA aprobados. Elaboración propia, basada en datos del reporte de UNESCO (2023)

País	Nivel educativo	Implementado/En desarrollo
Alemania	Primaria, Secundaria Básica, Secundaria Superior	En desarrollo
Arabia Saudita	Primaria, Secundaria Básica, Secundaria Superior	En desarrollo
Armenia	Secundaria Básica, Secundaria Superior	Implementado
Austria	Secundaria Superior	Implementado
Bélgica	Secundaria Superior	Implementado
Bulgaria	Primaria, Secundaria Básica, Secundaria Superior	En desarrollo
China	Primaria, Secundaria Básica, Secundaria Superior	Implementado
India	Secundaria Básica, Secundaria Superior	Implementado
Jordania	Secundaria Básica, Secundaria Superior	En desarrollo
República de Corea	Secundaria Superior	Implementado

Kuwait	Primaria, Secundaria Básica	Implementado
Portugal	Primaria, Secundaria Básica, Secundaria Superior	Implementado
Qatar	Primaria, Secundaria Básica, Secundaria Superior	Implementado
Serbia	Secundaria Básica, Secundaria Superior	Implementado
Emiratos Árabes Unidos	Primaria, Secundaria Básica, Secundaria Superior	Implementado

De la información descrita en las Tablas 1 y 2 se puede observar que los Estados que se encuentran impulsando políticas educativas que incluyen la IA en los diseños curriculares de la educación escolar, pertenecen a Europa y Asia y, cubren a diferentes niveles educativos, no habiendo registro, al menos en el estudio realizado por la UNESCO de la participación de gobiernos del continente Americano.

En relación a los programas de estudio sobre IA en la educación escolar impulsados por el sector privado, según el informe de la UNESCO se trata de proyectos que se encuentran en alguna fase de cooperación con gobiernos. En la Tabla 3, se describen los países que están implementando algunas experiencias de IA a partir de proyectos desarrollados por empresas privadas del sector tecnológico.

Tabla 3. Países que implementan programas de estudio de IA desarrollados por empresas privadas. Elaboración propia

País	Proyecto	Empresa desarrolladora del programa de IA
Estados Unidos	DAILY	MIT (Massachusetts Institute of Technology)
India	IBM-CBSE AI Curriculum for Grade XI & XII	IBM
Australia	IBM EdTech Youth Challenge	IBM
Polonia, India, Corea	Global AI Readiness Program	INTEL

En relación a los enfoques de enseñanza sobre cómo incorporar contenidos IA en los diseños curriculares de los sistemas educativos, a partir del estudio de la

UNESCO, se identifican 5 enfoques: disciplinario, transversal, interdisciplinario, múltiple y flexible, descrito en la Tabla 4.

Tabla 4. Enfoques de enseñanza en los programas de estudio de IA. Elaboración propia a partir del reporte de la UNESCO (2023)

Enfoque de enseñanza	Descripción	Países
Disciplinarios	Son asignaturas independientes que poseen sus propias asignaciones de tiempo, libros de texto y recursos.	China
Transversal	Son desarrollados e incluidos en otras categorías de asignaturas.	Corea
Interdisciplinario	Se enfocan en los resultados de aprendizaje a través del aprendizaje basado en proyectos, involucrando a varias áreas disciplinarias.	Portugal, Emiratos Árabes
Múltiple	Permite una transición gradual del aprendizaje orientado (forma tradicional en horario escolar) al independiente (aprendizaje informal como redes de recursos extraescolares y competencias nacionales o internacionales). Permite aprovechar las oportunidades de ambas modalidades.	
Flexible	Pueden ser implementados a través de uno o más mecanismos de integración, de acuerdo con el criterio de las regiones, redes escolares o escuelas por sí mismas.	Arabia Saudita, Bélgica

Sobre la aplicabilidad de los programas de IA, a partir del mismo estudio se reconoce a la formación docente y la disponibilidad de materiales y recursos como los factores más relevantes al momento de implementar programas de IA en la educación escolar [14]. Se advierte que es necesario que los sistemas educativos adecúen los planes de formación ofreciendo a los docentes capacitaciones técnicas que les permitan conocer y comprender sobre la IA, y disponer de herramientas y materiales para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en estos temas. A la vez, los riesgos y las oportunidades de la IA, deben formar parte de esta formación, no solo para un uso ético y responsable, sino también para que ser capaces de acompañar a sus estudiantes en el desarrollo de las competencias necesarias para una apropiación segura y crítica de estos contenidos [19].

En cuanto a los contenidos de los programas de IA, el análisis realizado por la UNESCO identifica 9 áreas temáticas, organizadas en 4 categorías, como se puede

observar en la tabla 5. A la vez asigna un tiempo promedio destinado a cada una de las mencionadas áreas.

Tabla 5. Contenidos del currículo de IA. Elaboración propia basada en datos del reporte de UNESCO (2023)

Categoría	Área temática	Porcentaje destinado al contenido
Fundamentos de IA	Algoritmos y programación	18%
	Alfabetización en datos	12%
	Resolución de problemas contextuales	11%
Ética e impacto social	Aplicaciones de IA a otros dominios	12%
	Ética de la IA	7%
	Implicaciones sociales de la IA	5%
Comprensión, uso y desarrollo de IA	Desarrollo de tecnologías de IA	9%
	Técnicas de IA	2%
	Tecnologías de IA	14%
No especificado		10%

De la Tabla 5 se puede concluir que los contenidos jerarquizados en los programas de IA analizados en el estudio de la UNESCO, corresponden a la categoría “Fundamentos de IA”, asignándole el 41% del total del programa, seguido por los contenidos referidos a “Comprensión, uso y desarrollo de IA” con un 25%, “Ética e impacto social” con el 24% y por último, otros contenidos no especificados con un 10%. Es interesante observar la relevancia de los contenidos relacionados a ética en los programas de IA.

3.2 Experiencias de enseñanza de IA en la escuela

Actualmente, podemos afirmar la expansión de la inclusión de temas de Informática en los sistemas de educación obligatoria, impulsada de diferente manera por los gobiernos, empresas tecnológicas y el tercer sector, evidenciada por el amplio desarrollo de materiales didácticos, guías y herramientas disponibles on-line y, espacios de formación docente. Estos hechos dan cuenta de cierto consenso a nivel global acerca de la enseñanza de Informática en la escuela, con diferentes abordajes, algunos poniendo

el acento en una perspectiva de construcción y comprensión sobre cómo funcionan los artefactos digitales y otras más orientadas a los usos. Estas iniciativas, en general, se focalizan en la enseñanza de programación y en otras áreas de la Informática como la seguridad informática, relacionándola fundamentalmente con la privacidad de la información. Sin embargo, la enseñanza de la IA en la educación escolar se encuentra en un estado incipiente. En este sentido, diversos trabajos de investigación sobre la enseñanza de IA en la escuela primaria y secundaria, específicamente enfocados en la enseñanza de Aprendizaje Automático [20] [21] [22] reconocen la existencia de iniciativas y proyectos que amplían el campo de saberes de Informática en la educación escolar hacia la enseñanza de IA, entre los que se identifican:

a) La iniciativa AI4K12³ del ISTE⁴ (AI for K-12 Initiative - Iniciativa de Inteligencia Artificial para K-12): desarrolla directrices para la educación en IA basadas en un conjunto de 5 grandes líneas de aprendizaje a desarrollar por los estudiantes para el uso de IA en la vida cotidiana. Es decir, AI4K12 no desarrolla un plan de estudios, sino que se ocupa de delinear las directrices que guían el desarrollo de futuros planes de estudio que contemplan contenidos de IA. Las líneas de aprendizaje incluidas en AI4K12 son: comprender cómo funcionan las computadoras y la percepción que tienen a partir de los sensores; comprender cómo razonan y representan el mundo las computadoras; comprender el uso de los datos que realiza la IA, cómo influye en la vida cotidiana y los riesgos a partir de la reproducción de sesgos; conocer cómo puede ser la interacción entre la tecnología y los humanos y, finalmente conocer el impacto social y en el medio ambiente de las tecnologías basadas en IA. En la Fig. 2 se describen estos lineamientos.

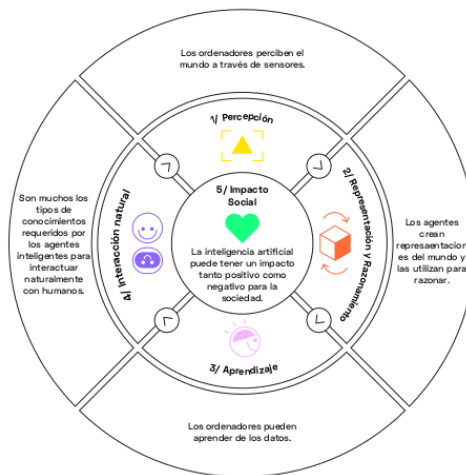


Fig. 2. Cinco grandes ideas sobre IA- AI4K12. Imagen extraída de Fundación Jaime Bofill (2022)

³ <https://ai4k12.org/>

⁴ ISTE (International Society for Technology in Education): <https://www.iste.org/>

En varios trabajos académicos recientes [23] [24] [25] acerca de trayectorias pedagógicas y tecnológicas en educación en IA, específicamente en la enseñanza de Aprendizaje Automático en K-12, se identifican un número creciente de iniciativas, a nivel global, vinculadas a la enseñanza de algunos principios del Aprendizaje Automático desde la propia experiencia de uso y creación. Entre las iniciativas impulsadas por empresa tecnológicas, se identifican las siguientes:

b) Teachable Machine de Google (GTM)⁵: se trata de una iniciativa pionera, concretamente es un sistema de IA creado por Google que permite entrenar modelos de Aprendizaje Automático para clasificar imágenes, posturas corporales y sonidos. El GTM tiene como objetivo enseñar los principios del Aprendizaje Automático y el flujo de trabajo de las aplicaciones basadas en Aprendizaje Automático, concretamente cómo entrenar y testear una red neuronal⁶.

c) Machine Learning for Kids' de IBM Watson⁷: también se trata de una iniciativa pionera, disponible a través de una plataforma web desarrollada por Dale Lane que utiliza las APIs de IBM Watson Developer Cloud. Esta herramienta es un entorno de aprendizaje guiado para entrenar modelos de Aprendizaje Automático capaces de identificar texto, números e imágenes. Además, ofrece un complemento para Scratch⁸, herramienta popularmente usada para introducir y enseñar a programar a niños, incorporando modelos de aprendizaje. De esta manera se alienta a los niños a crear proyectos y construir juegos con modelos de aprendizaje automático que ellos mismos han entrenado.

d) DAILY del MIT (Massachusetts Institute of Technology): se trata de una iniciativa más reciente, concretamente es un portal web creado por el MIT, que ofrece materiales para los docentes en formato de secuencias didácticas, que incluye presentaciones con indicaciones sobre cómo podría trabajarse el contenido, temas de debate y planificaciones de clase que pueden ser utilizadas directamente o adaptados a las condiciones del espacio educativo. Esta iniciativa está orientada, al menos en esta primera etapa, a comprender las tecnologías por detrás del Aprendizaje Automático, introduciendo conceptos de redes neuronales y árboles de decisión. Actualmente este portal está totalmente en idioma inglés.

Por otro lado, también se encontraron algunas iniciativas y experiencias regionales y locales, relacionadas con la enseñanza de IA en la educación escolar:

e) HumaniaIA⁹: es una iniciativa regional impulsada por la asociación civil Chicos.net de Argentina, con el apoyo de Google y la participación de las organizaciones sociales, Gurises Unidos (Uruguay) y Educar Chile (Chile). Esta iniciativa ofrece una propuesta de aprendizaje acompañada de recursos didácticos introductorios sobre IA dirigida a estudiantes y docentes de la escuela secundaria. Estos recursos están disponibles a través de un portal web, de acceso libre. Al momento de presentar este traba-

⁵ <https://teachablemachine.withgoogle.com/>

⁶ Se denomina “red neuronal” a una de las técnicas de IA más popularmente usadas para Aprendizaje Automático.

⁷ <https://machinelearningforkids.co.uk/>

⁸ <https://scratch.mit.edu/>

⁹ <https://www.chicos.net/humania/HumanIA.html>

jo, en la documentación disponible no se describen experiencias utilizando los materiales en espacios educativos.

f) Propuesta pedagógica de enseñanza transdisciplinar de la Inteligencia Artificial, de la UNComa (Universidad Nacional del Comahue)-Argentina [26]: este trabajo propone un enfoque didáctico transdisciplinar de la IA desde diferentes dimensiones propias del campo, destinado a estudiantes de la escuela secundaria. Se describe una experiencia realizada en la escuela secundaria CPEM 71, de la ciudad de Centenario, Provincia de Neuquén, durante el año 2020, en un contexto de no presencialidad. El enfoque propuesto busca desarrollar habilidades con una técnica de espiral, en la que se incorpora en forma iterativa y progresiva prácticas y conceptos más complejos sobre IA abordadas desde diferentes áreas disciplinares. Por ejemplo, desde el área de Ciencias Sociales se presta mayor atención a las implicaciones éticas, políticas y sociales, mientras desde el área de Informática se trabaja con mayor énfasis en la aproximación a conceptos como representación del conocimiento. Durante el abordaje desde diferentes disciplinas se utilizan herramientas como Akinator¹⁰ o chatbot Eliza que permiten reflexionar sobre cómo estas tecnologías fueron creadas.

4 Conclusión

A partir del relevamiento realizado en este trabajo, es posible identificar el surgimiento reciente de una amplia variedad de iniciativas a nivel global, regional y local, que promueven la incorporación de la enseñanza de la IA en la educación escolar, asumiendo que se trata de una tecnología que llegó para quedarse y para la que es necesario preparar a los jóvenes.

Estas iniciativas son impulsadas por los Estados, las empresas tecnológicas de los países industrializados y organizaciones del tercer sector. En algunos casos es posible reconocer cierto grado de avance en el desarrollo de diseños curriculares que contemplan contenidos de IA, con especial foco en el Aprendizaje Automático y las técnicas que lo implementan (redes neuronales y árboles de decisión). Europa y Asia son los continentes con Estados que avanzaron en programas de estudio que atienden la necesidad de incorporar IA.

Por otro lado, se plantean diferentes enfoques de la enseñanza de la IA, que van desde perspectivas netamente disciplinares a interdisciplinares, transdisciplinares y enfoques mixtos, entendiendo que la resolución de problemas requiere de la intervención de diferentes campos de conocimiento y por lo tanto se requiere de contenidos provenientes de varias disciplinas.

Se reconocen como elementos claves para la implementación de estos contenidos en la educación escolar a la formación docente y a la disponibilidad de materiales y herramientas adecuadas a cada sistema escolar, respetando las culturas escolares. De los trabajos y estudios analizados, se destaca la relevancia de la dimensión ética de la IA, como tema clave a ser trabajado en la educación. Dado que se trata de una tecnología que a la vez que, ofrece automatizaciones de tareas que hasta ahora eran lleva-

¹⁰ <https://es.akinator.com/>

das a cabo exclusivamente por personas y aprende a través de los datos, también reproduce sesgos que pueden tener implicancias sociales negativas, como profundizar la exclusión de actores sociales tradicionalmente subrepresentados.

Referencias

1. Kong S. Computational Thinking Education. Abelson, Harold (Eds.) (2019) [Online]. Disponible: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-981-13-6528-7.pdf>.
2. Bell, T., Andreae, P. y Robins A. Computer science in NZ high schools: the first year of the new standards. SIGCSE '12: Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education. February 2012. pp. 343–348. (2012)
3. Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. y Engelhardt, K. Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice; EUR 28295 EN; doi:10.2791/792158. (2016).
4. K–12 Computer Science Framework. [Online]. Disponible: <http://www.k12cs.org>. (2016).
5. Bonello, M. y Schapachnik, F. Diez preguntas frecuentes (y urgentes) sobre pensamiento computacional. Virtualidad, Educación y Ciencia, 20 (11), pp. 156-167. (2020).
6. Fundación Sadosky. Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas Argentinas. (2016).
7. Nielsen, M. “Neural Networks and Deep Learning”, Determination Press. (2015).
8. Marsland, S. Machine Learning: An Algorithmic Perspective – 2nd Ed. CRC Press. (2015).
9. IBM (2020). These terms are often used interchangeably, but what are the differences that make them each a unique technology? - [Online]. Disponible: <https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>
10. UNESCO. Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. [Online]. Disponible: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa (2021).
11. Fundación Jaime Bofill. Los algoritmos a examen: ¿Por qué IA en educación? 1a Edición, diciembre 2022. ISBN 978-84-124829-8-0. (2022).
12. Williams R., Park H., Oh L. and Breazeal C. PopBots: Designing an Artificial Intelligence Curriculum for Early Childhood Education. Personal Robots Group, MIT Media Lab (2019).
13. MacKinsey. Las promesas y los desafíos de la era de la inteligencia artificial. McKinsey Global Institute. [Online]. Disponible: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/the-promise-and-challenge-of-the-age-of-artificial-intelligence/es-CL> (2018)
14. UNESCO. Currículos de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria: un mapeo de los currículos de IA aprobados por los gobiernos. [Online]. Disponible: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_spa (2023)
15. CBSE. CBSE Collaborates with IBM To Integrate AI Curriculum in 200 Schools across India. [Online]. Disponible: <https://in.newsroom.ibm.com/2020-07-16-CBSE-IBM-AI-Curriculum> (2020)
16. IBM EdTech Youth Challenge. [Online]. Disponible: <https://australian.museum/learn/teachers/ibm-edtech-youth-challenge/> (2021)
17. INTEL. AI for Youth Program. [Online]. Disponible: <https://www.intel.com/content/www/us/en/corporate/artificial-intelligence/digital-readiness-ai-for-youth.html>
18. MIT. DAILY Curriculum. [Online]. Disponible: <https://raise.mit.edu/daily/index.html>
19. The Copenhagen Letter. [Online]. Disponible: <https://copenhagenletter.org/> (2017)

20. T. Valtonen, M. Tedre, K. Mäkitalo y H. Vartiainen, "Educación de alfabetización mediática en la era del aprendizaje automático", *J. Media Literacy Educ.*, vol. 11, núm. 2, págs. 20-36, (2019).
21. G. K. Wong, X. Ma, P. Dillenbourg, and J. Huan. Broadening Artificial Intelligence education in K-12: where to start? *ACM Inroads*, 1 1(1):20-29 (2020).
22. A. Sabuncuoglu. Designing one year curriculum to teach artificial intelligence for middle school. In *Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 96-102. (2020).
23. D. Touretzky, C. Gardner-McCune, F. Martin, and D. Seehom. Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI? In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, volume 33, pages 9795-9799 (2019).
24. Tedre M. "Teaching Machine Learning in K-12 Classroom: Pedagogical and Technological Trajectories for Artificial Intelligence Education," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 110558-110572, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3097962. (2021)
25. F. Bellas, S. Guerreiro-Santalla, M. Naya, y R. J. Duro, «AI Curriculum for European High Schools: An Embedded Intelligence Approach», *Int J Artif Intell Educ*, nov. 2022, doi: 10.1007/s40593-022-00315-0. (2022)
26. Bertochi S., Navarro J., Rodríguez J., Cecchi L. (2021). Enfoque didáctico para la enseñanza transdisciplinar de la Inteligencia Artificial. En *XVI Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología* (2021).