



# Marco referencial para la enseñanza de la inteligencia artificial



Pensamiento  
Computacional



**Pensamiento Computacional e  
Investigación, desarrollo e innovación.**

Germán Capdehourat  
María Eugenia Curi  
Victor Koleszar  
Brian Lorenzo

**ISBN Obra independiente:  
978-9915-9578-4-5**





# Marco referencial para la enseñanza de la inteligencia artificial



Pensamiento  
Computacional

IA

# Índice

<b>Introducción</b> .....	07
<b>Pensamiento computacional e inteligencia artificial</b> .....	09
<b>Inteligencia artificial</b> .....	11
<b>Principios</b> .....	12
<b>Dimensiones</b> .....	15
A. ¿Qué es la IA? .....	16
B. Representación del conocimiento .....	18
C. Aprendizaje computacional.....	20
D. Enfoque computacional con IA.....	22
E. Uso ético de la IA e impacto social .....	24
<b>Referencias</b> .....	27



# Introducción

Este marco busca proporcionar una estructura para el diseño de programas de estudio y la planificación de actividades de enseñanza y aprendizaje que fomenten la comprensión profunda de la inteligencia artificial (IA) y promuevan competencias para que cada estudiante logre analizar, diseñar y resolver problemas utilizando principios computacionales. A través de un enfoque integrado y multidisciplinario, se pretende desarrollar la alfabetización en IA y potenciar las habilidades relacionadas con el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración. Además, se abordarán aspectos éticos y sociales asociados al uso de la IA, promoviendo una reflexión informada y responsable sobre su impacto en la sociedad y las personas. Al establecer un marco competencial contextualizado, este documento busca proporcionar a la comunidad de educadores una guía para la integración de la IA y el pensamiento computacional en el ámbito escolar. A través de la implementación de estrategias didácticas innovadoras y el uso de herramientas tecnológicas apropiadas, se espera potenciar el desarrollo de habilidades y competencias clave para el siglo XXI. Asimismo, se busca fomentar una mentalidad abierta y adaptativa en cada estudiante, construyendo bases para enfrentar los desafíos y las oportunidades que la IA y la tecnología digital traen consigo.

En resumen, este marco referencial competencial ofrece un enfoque general para la educación en IA, con el objetivo de formar una ciudadanía crítica y ética en el uso y la comprensión de esta tecnología y su potencial transformador.





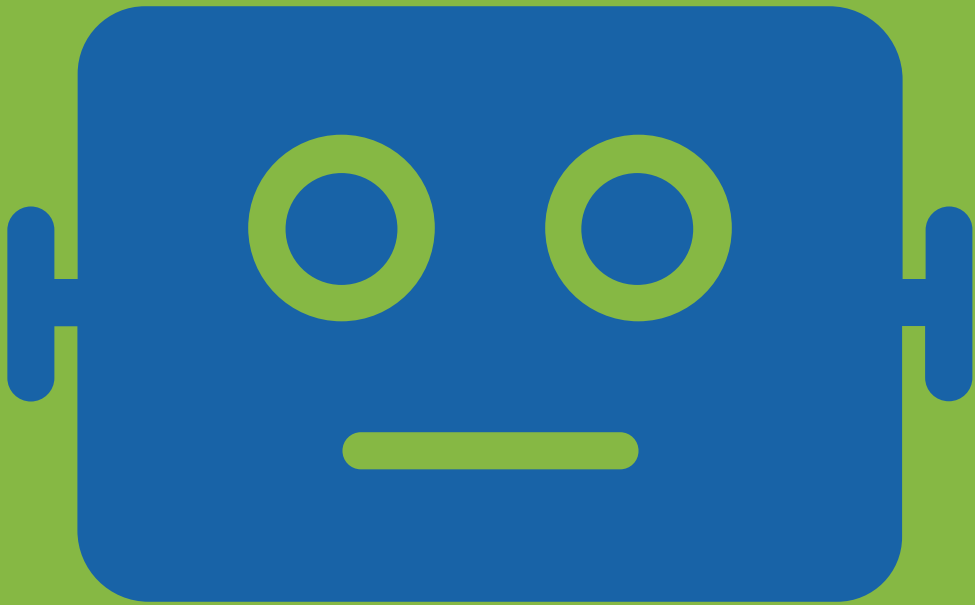
# Pensamiento computacional e inteligencia artificial

La rápida expansión de la IA en diferentes aspectos de nuestras vidas ha generado la necesidad de preparar a cada estudiante para interactuar de manera efectiva con esta tecnología en constante evolución. En particular, en el ámbito educativo, se requiere un enfoque pedagógico que permita a cada estudiante comprender y utilizar la IA de manera crítica y creativa. En este contexto, el pensamiento computacional y sus competencias asociadas se han identificado como fundamentales para desarrollar habilidades cognitivas y metacognitivas necesarias para abordar los desafíos de la era digital.

Si bien el Marco Referencial de Pensamiento Computacional<sup>1</sup> (Ceibal, 2022) constituye un punto de partida para el abordaje de la IA, hay algunas novedades asociadas al aprendizaje automático y la IA que hacen necesario extender dicho marco (Tedre *et al.*, 2021). El aprendizaje computacional introduce nuevos conceptos, como la depuración de datos, el entrenamiento y la evaluación de algoritmos, así como problemas asociados a este proceso, como por ejemplo los sesgos.

Estos cambios implican la necesidad de un nuevo marco para poder abordar la temática. En tal sentido, Tedre *et al.* (2021) proponen el desarrollo de un nuevo marco de pensamiento computacional, que permita el abordaje del aprendizaje computacional y la IA. Si bien este es un camino posible, y probablemente el marco referencial de pensamiento computacional de Ceibal requiere ajustes que acompañen los avances observados en la temática, en este caso optamos por una alternativa diferente. Se propone la definición de un marco más acotado y específico para abordar la IA, que nos permita avanzar de manera rápida y efectiva, sin entrar en revisiones más fundamentales, que podrían dilatar la incorporación de dicha temática en el corto plazo, sin desconocer la profunda conexión entre el pensamiento computacional y la IA, que se materializa, por ejemplo, en que comparten los principios y los elementos de las dimensiones que conforman ambos marcos.

<sup>1</sup> Marco referencial de pensamiento computacional de Ceibal: <https://pensamientocomputacional.ceibal.edu.uy/wp-content/uploads/2023/06/Compartido-Marco-Referencial-de-PC-1.pdf>



# Inteligencia artificial

Antes de profundizar en los principios y las dimensiones que constituyen este marco referencial, es pertinente señalar que el término “inteligencia artificial” fue acuñado en 1956, en un encuentro académico en la Universidad de Dartmouth<sup>2</sup> de Estados Unidos organizado por John McCarthy y colegas. Tal como se indica en el relevamiento de la UNESCO sobre currículos de IA (UNESCO, 2023), la definición del término ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, y en la actualidad 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”. Vale la pena destacar que la educación en IA no solo aborda el aprendizaje de los fundamentos científicos y tecnológicos de la IA, sino también el conocimiento y la reflexión crítica sobre cómo se debe desarrollar una IA confiable y las consecuencias de no hacerlo (Long y Magerko, 2020).

Este marco busca ser una herramienta para promover la alfabetización en IA, entendida como un conjunto de competencias que permite a las personas conocer y evaluar críticamente las tecnologías de IA, utilizar herramientas con IA, comunicarse y colaborar con la IA (Long y Magerko, 2020), y también promover distintas formas de pensamiento que potencialmente permiten crear con IA.

<sup>2</sup> <https://home.dartmouth.edu/about/artificial-intelligence-ai-coined-dartmouth>

# Principios

Los principios son características fundamentales y se incorporan de forma transversal a todas las propuestas de trabajo. En este sentido, no son elementos intrínsecos del pensamiento computacional o de la inteligencia artificial, sino pautas que guían la construcción de propuestas y actividades para generar los entornos de aprendizaje.

## 1. Equidad

Educar teniendo en cuenta las diferencias y las necesidades individuales, sin que las condiciones económicas, demográficas, geográficas, étnicas o de género repercutan en la educación de cada estudiante.

## 2. Colaboración

Trabajar en equipo de manera independiente y sinérgica. Desarrollar fuertes habilidades interpersonales. Organizar al equipo para asumir desafíos. Tomar decisiones desafiantes y contribuir con el aprendizaje de las demás personas.

## 3. Creatividad

Tener una visión emprendedora, hacer preguntas adecuadas para generar oportunidades e ideas novedosas. Transformar esas ideas en acciones con impacto social.





## 4. Autonomía

Promover la exploración sin miedo a cometer errores, asumiendo riesgos y tomando la iniciativa como estrategia para involucrarse activamente en el proceso de creación, fomentando la motivación intrínseca de cada estudiante.

## 5. Perspectiva crítica

Evaluar críticamente la información y los argumentos, identificar patrones y conexiones, desarrollar conocimiento significativo para aplicarlo al mundo real y reflexionar sobre sus efectos.

## 6. Metodologías activas

Utilizar métodos, técnicas y estrategias que conviertan a cada estudiante en el centro del proceso de enseñanza/aprendizaje y fomenten la participación activa y la curiosidad de cada estudiante en la construcción de su aprendizaje.



# Dimensiones

Las dimensiones son temas, conceptos o ideas poderosas que sirven para diseñar e implementar propuestas pedagógicas. Se relacionan de forma directa con las competencias promovidas para avanzar en el proceso de alfabetización en IA (Kim *et al.*, 2021; Long y Magerko, 2020; Ng *et al.*, 2021; Olari y Romeike, 2021; Sentance y Waite, 2002).



Dimensiones del marco referencial para la enseñanza de la IA.

# A

## ¿Qué es la IA?

Se define una dimensión asociada al primer contacto con la IA, que busca englobar los conceptos de base y la introducción al tema. Es, por lo tanto, una dimensión con un fuerte énfasis en la identificación y el reconocimiento de la temática. Tomando como referencia el marco de AI Literacy (Long y Magerko, 2020), podemos identificar competencias asociadas a esta dimensión no solamente bajo la pregunta "¿Qué es la IA?", sino también con la pregunta "¿Qué puede hacer la IA?". Se busca que el acercamiento al tema tenga también su componente exploratorio y experimental, por lo que es importante el énfasis en el componente práctica de esta dimensión, que vaya más allá de **reconocer la IA**. Este punto tiene una fuerte relación con el principio de uso de metodologías activas, ya que se enfoca más en conocer posibles aplicaciones como usuario y **experimentar** con ellas de forma que la familiarización con la IA sea también usando herramientas basadas en ella. También es importante relacionar la propia definición de IA con los **conceptos de inteligencia**, cuya discusión también enriquece el debate sobre qué debe cumplir una máquina para que la consideremos inteligente.

- Distinguir entre artefactos tecnológicos que usan y no usan IA.
- Conocer sistemas que incluyen componentes de IA.
- Identificar las propiedades que diferencian un sistema basado en IA de un sistema basado en reglas.
- Conocer las funciones básicas de la IA. Comprender los conceptos básicos de cómo funciona el aprendizaje automático.
- Usar herramientas con IA. Conocer y saber usar distintas aplicaciones que hagan uso de IA como usuario final, con un foco particular en herramientas generativas o lúdicas.
- Analizar y discutir de forma crítica aquellas características que hacen a una entidad "inteligente".
- Distinguir entre inteligencia artificial general y estrecha.





<b>AI4K12</b>	<b>AI Literacy</b>
<b>Grandes ideas</b> #1 Percepción #2 Representación y razonamiento #3 Aprendizaje #4 Interacción natural	<b>Competencias</b> #1 - Reconocer la IA #2 - Comprensión de la inteligencia #4 - General versus estrecha

## ¿Cómo funciona la IA?

Hay dos dimensiones estrechamente relacionadas, que englobamos dentro de una misma pregunta enfocada en conocer más acerca de cómo se construye la IA. En tal sentido, estas dimensiones buscan profundizar acerca de los conceptos fundamentales detrás de los aspectos más técnicos del área, para el uso, la comprensión y el desarrollo de técnicas de IA.

### B

## Representación del conocimiento

Una primera dimensión respecto al funcionamiento de la IA tiene que ver con la representación computacional del conocimiento. Es decir que buscamos responder a la pregunta de cómo se modela el conocimiento en una computadora. Involucra el trabajo con **datos, sensores, representaciones** y el análisis del **rol humano** en definiciones asociadas a estos elementos (Long y Magerko, 2020; Olari y Romeike, 2021).

- Comprender conceptos básicos sobre tipos de datos.
- Recopilar información relevante de un conjunto de datos para su posterior procesamiento con herramientas basadas en IA.
- Visualizar datos con algoritmos de IA.





- Reconocer que los diferentes sensores generan distintos datos e identificar los sensores en distintos dispositivos.
- Comprender que las computadoras perciben el mundo usando sensores.
- Reconocer distintas representaciones computacionales del conocimiento y describir algunos ejemplos.
- Explicar resultados, incluyendo errores, al analizar respuestas que brinda la IA, y desafiarlos con preguntas.
- Reconocer el papel clave que juegan las personas en la representación computacional del conocimiento en las soluciones basadas en IA.

AI4K12	AI Literacy
<b>Grandes ideas</b> #1 Percepción #2 Representación y razonamiento #4 Interacción natural	<b>Competencias</b> #7 - Representaciones #10 - Rol humano en la IA #11 - Alfabetización en datos #15 - Sensores



## C

# Aprendizaje computacional

La segunda dimensión del marco asociada al funcionamiento de la IA se enfoca en el aprendizaje computacional, es decir, en los mecanismos que permiten a una computadora aprender. Implica definir una tarea específica y utilizar algoritmos para que las máquinas adquieran el conocimiento necesario para resolverla de manera satisfactoria. Dentro del aprendizaje computacional, se destaca el **aprendizaje de los datos**, que incluye el análisis y el procesamiento de grandes volúmenes de información para extraer patrones y conocimientos relevantes. A través del **aprendizaje automático**, las máquinas son capaces de aprender de manera autónoma a partir de los datos, identificando regularidades y generando modelos predictivos o descriptivos. La **programación** juega un papel fundamental, ya que permite implementar los algoritmos de aprendizaje y desarrollar soluciones inteligentes. Además, se debe considerar el **rol humano** en la definición de las tareas, la evaluación de resultados, la interpretación de los modelos y la responsabilidad ética en el uso de la IA (Kim *et al.*, 2021; Long y Magerko, 2020; Ng *et al.*, 2021; Sentance y Waite, 2002).

- Reconocer que las computadoras son capaces de aprender de los datos, incluyendo sus propios datos.
- Describir cómo los datos de entrenamiento pueden afectar los resultados de un algoritmo de IA.
- Reconocer y describir ejemplos de cómo una computadora razona y toma decisiones. Conocer sobre la simulación del proceso de razonamiento lógico humano con un modelo informático.
- Entender el proceso de aprendizaje de las máquinas, así como las prácticas asociadas y los desafíos que implica.
- Comprender que las computadoras son agentes programables a los cuales es posible indicarles las tareas que deben hacer mediante una secuencia de código.

- Diseñar y programar aplicaciones que utilicen IA. Evaluar, predecir y diseñar con aplicaciones de IA.
- Explorar modelos creados por otras personas. Remezclar o reutilizar código.
- Reconocer que las personas juegan un papel clave en la programación, la selección de modelos y el ajuste fino de los sistemas de IA.

AI4K12	AI Literacy
<p><b>Grandes ideas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>#2 Representación y razonamiento</li> <li>#3 Aprendizaje</li> <li>#4 Interacción natural</li> </ul>	<p><b>Competencias</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>#8 - Toma de decisiones</li> <li>#9 - Pasos del aprendizaje automático</li> <li>#10 - Rol humano en la IA</li> <li>#12 - Aprender de los datos</li> <li>#13 - Interpretación crítica de los datos</li> <li>#14 - Acción y reacción</li> <li>#17 - Programabilidad</li> </ul>





## D

### Enfoque computacional con IA

Esta dimensión es análoga y complementaria a la del marco de pensamiento computacional de Ceibal (2022) denominado “problemas computacionales”. En esta dimensión se aborda el enfoque computacional que involucra **estrategias para la resolución de problemas**, como dividirlo en partes, implementar distintas soluciones, evaluar su viabilidad y alcance, en este caso, involucrando particularmente la posibilidad de identificar **fortalezas y debilidades de la IA**, lo que implica identificar aquellos problemas o subproblemas más adecuados para abordar con una solución basada en IA (Kim *et al.*, 2021; Long y Magerko, 2020; Ng *et al.*, 2021).

- Conocer el campo de aplicación de la IA en la actualidad: visión por computadora, reconocimiento de voz, traducción, generación de imágenes, texto y sonido, entre otros.
- Utilizar la IA para la resolución de problemas. Aplicar conocimientos, conceptos y aplicaciones de IA en diferentes escenarios.
- Reconocer el tipo de problemas de aplicación directa de la IA y aquellos otros más desafiantes para la IA.
- Discernir cuándo es adecuado el uso de IA y cuándo conviene más usar otros enfoques.

AI4K12	AI Literacy
<p><b>Grandes ideas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>#1 Percepción</li> <li>#2 Representación y razonamiento</li> <li>#3 Aprendizaje</li> <li>#4 Interacción natural</li> </ul>	<p><b>Competencias</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>#1 - Reconocer la IA</li> <li>#3 - Interdisciplinariedad</li> <li>#5 - Fortalezas y debilidades de la IA</li> <li>#12 - Aprender de los datos</li> <li>#14 - Acción y reacción</li> <li>#17 - Programabilidad</li> </ul>



E

## Uso ético de la IA e impacto social

La dimensión ética y social está relacionada con la pregunta “¿Cómo debería usarse la IA?”, es decir, con los aspectos éticos y el impacto social relacionado con el uso de IA. Es fundamental promover una **visión crítica** y reconocer que la IA tiene un impacto en la sociedad (Touretzky *et al.*, 2019). Esto implica un análisis crítico de los datos utilizados en la IA, entendiendo que deben ser analizados e interpretados rigurosamente y asociados al contexto. Además, el **trabajo interdisciplinario** juega un papel crucial para reconocer que existen diferentes actores en la tecnología y comprender cómo pueden colaborar para crear soluciones más completas y eficientes. Asimismo, es necesario **imaginar el futuro de la IA**, explorando las posibles aplicaciones y considerando sus efectos en el mundo (Kim *et al.*, 2021; Long y Magerko, 2020).

- Identificar que el uso de IA tiene un impacto social. Reconocer los efectos positivos y negativos de la IA en la sociedad y tener una perspectiva crítica sobre el uso de la tecnología de IA.
- Entender que los datos en muchos casos deben ser analizados e interpretados y que no pueden considerarse sin dicha revisión.
- Reflexionar sobre cómo las tecnologías con IA pueden reflejar o amplificar prejuicios, estereotipos y desigualdades humanas, reconociendo cómo pueden afectar a la justicia social y la inclusión.<sup>3</sup>
- Imaginar las posibles aplicaciones de la IA a futuro y considerar los efectos de esas aplicaciones en el mundo.
- Reconocer la colaboración con otros actores, teniendo en cuenta que hay muchas formas distintas de pensar y desarrollar máquinas “inteligentes”.

<sup>3</sup> <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics/cases>





AI4K12	AI Literacy
<p><b>Grandes ideas</b></p> <p>#5 Impacto social</p>	<p><b>Competencias</b></p> <p>#3 - Interdisciplinariedad</p> <p>#6 - Imaginar la IA del futuro</p> <p>#10 - Rol humano en la IA</p> <p>#13 - Interpretación crítica de los datos</p> <p>#16 - Ética</p>



# Referencias

Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B. y Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: a systematic literature review, en *International Journal of STEM Education*, 10(1), 29. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>.

Ceibal (2022). *Pensamiento computacional. Propuestas para el aula*. <https://bibliotecapais.ceibal.edu.uy/info/pensamiento-computacional-propuesta-para-el-aula-00018977>

Kim, S., Jang, Y., Kim, W., Choi, S., Jung, H., Kim, S. y Kim, H. (2021). Why and What to Teach: AI Curriculum for Elementary School, en *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(17), 15569-15576. <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i17.17833>

Long, D. y Magerko, B. (abril de 2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations, en *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-16.

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W. y Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review, en *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. [10.1016/j.caeai.2021.100041](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041).

Olari, V. y Romeike, R. (octubre de 2021). Addressing AI and Data Literacy in Teacher Education: A Review of Existing Educational Frameworks, en *The 16th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, pp. 1-2.

Sentance, S. y Waite, J. (2022). *Perspectives on AI and data science education*. Recuperado de [https://www.raspberrypi.org/app/uploads/2022/12/Perspectives-on-AI-and-data-science-education-\\_Sentance-Waite\\_2022.pdf](https://www.raspberrypi.org/app/uploads/2022/12/Perspectives-on-AI-and-data-science-education-_Sentance-Waite_2022.pdf)

Tedre, M., Denning, P. y Toivonen, T. (noviembre de 2021). CT 2.0, en *Proceedings of the 21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, pp. 1-8.

Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F. y Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI?, en *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(01), 9795-9799. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>

UNESCO (2023). *Currículos de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria: un mapeo de los currículos de IA aprobados por los gobiernos*. Recuperado de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_spa)



**ANEP**

ADMINISTRACIÓN  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA