



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE,  
DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# Inteligencia artificial y educación

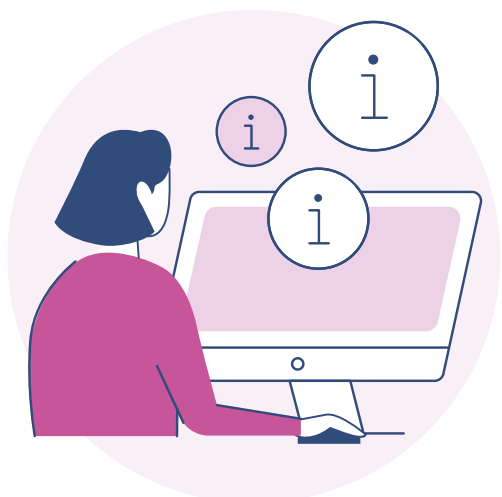
Aportaciones de la búsqueda y retos para las políticas públicas

Enero 2025



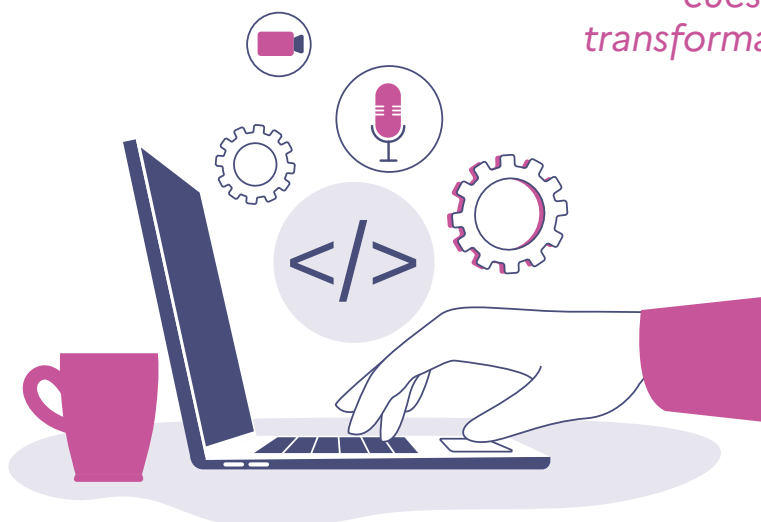
## État des lieux sur les apports de la recherche et les lignes directrices des institutions internationales sur l'intelligence artificielle et l'éducation :

définitions et approches, politiques publiques, enjeux juridiques et éthiques, applications, tournant des IA génératives.



## *Informe sobre las aportaciones de la investigación y las directrices de las instituciones internacionales en materia de inteligencia artificial y educación:*

*definiciones y enfoques, políticas públicas, cuestiones éticas, aplicaciones, transformación de las IA generativas.*



# Índice de contenidos

Resumo .....	4
Introducción .....	5
<b>1.</b> La inteligencia artificial (IA): una variedad de definiciones y enfoques .....	7
<b>2.</b> ¿Cuáles son los retos para las políticas públicas? .....	14
<b>3.</b> ¿Cuáles son las consideraciones jurídicas y éticas? .....	26
<b>4.</b> ¿Cuáles son los campos de aplicación? .....	31
<b>5.</b> ¿Cuáles son las pistas de trabajo para formarse en IA y enseñarla? .....	35
<b>6.</b> El cambio en los sistemas de IA generativa y los grandes modelos de lenguaje.....	44
Conclusión: puntos clave y perspectivas .....	62
Referencias.....	66

# Resumo

Este documento, producido por el Departamento de Educación Digital (Ministerio de Educación Nacional, Enseñanza Superior e Investigación), ofrece un inventario (Enero de 2025) de las contribuciones de la investigación y las directrices de las instituciones internacionales sobre la inteligencia artificial (IA) y la educación: diversidad de definiciones y enfoques, cuestiones para las políticas públicas, cuestiones jurídicas y éticas, campos de aplicación, vías de formación y enseñanza, perspectivas con el giro actual de las IA generativas y los grandes modelos de lenguaje.

## Résumé

*Ce document, réalisé par la Direction du numérique pour l'éducation / ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche propose un état des lieux (janvier 2025) sur les apports de la recherche et les lignes directrices des institutions internationales sur l'intelligence artificielle (IA) et l'éducation : diversité des définitions et des approches, enjeux pour les politiques publiques, enjeux juridiques et éthiques, domaines d'application, pistes de travail pour former et enseigner, perspectives avec le tournant actuel des systèmes d'IA générative et des grands modèles de langage.*

## Abstract

*This document, produced by the Digital Directorate for Education (Ministry of National Education, Higher Education and Research), offers an inventory (January 2025) of the contributions of research and the guidelines of international institutions on the artificial intelligence (AI) and education: diversity of definitions and approaches, issues for public policies, legal and ethical issues, fields of application, avenues for training and teaching, perspectives with the turning point of generative AI and large language models.*

# Introducción

***Lo real nunca es «lo que podríamos creer»,  
pero siempre es lo que deberíamos haber pensado.***

Gaston Bachelard, *La formación del espíritu científico* (1938)

Nos complace presentar la edición 2025 del folleto trilingüe «Inteligencia artificial y educación. Aportaciones y retos para las políticas públicas» propuesto por la Dirección del Departamento de Educación Digital (DNE) del Ministerio de Enseñanza Superior e Investigación (MENESR) de Francia. Con el creciente desarrollo de las tecnologías de inteligencia artificial desde 2022, esta tercera edición se encuentra de nuevo en fase de aceleración, marcada por cambios rápidos y a veces imprevisibles que nos obligan a aceptar que estamos trabajando, proponiendo y avanzando en una «zona gris» de gran incertidumbre. Como sucedió con la revolución web de los años 1990-2000, la IA representa una nueva revolución industrial en un corto periodo de tiempo, en el que no solo evolucionan la intensidad y la velocidad de los cambios, sino a veces también la dirección de los mismos, como demuestran las recientes y esenciales cuestiones sobre la organización del aprendizaje, el diseño de la enseñanza y la evaluación.

En este contexto, la presente edición 2025 pone de relieve las cuestiones decisivas para las políticas públicas a la luz de los resultados de investigaciones recientes y de las cuestiones esenciales de innovación y educación que deben explorarse para el futuro de los sistemas educativos y las sociedades democráticas. Más allá de las cuestiones tecnológicas, la IA es ya, y debería serlo aún más, un asunto de humanidades digitales, que son la única forma de permitir un diálogo permanente entre las humanidades y las ciencias sobre las implicaciones sistémicas para la transformación, el acceso y la transmisión del conocimiento, tanto en sus formas de producción como de difusión. Debemos recurrir a todo el abanico de conocimientos científicos, pero siempre con una conciencia crítica de lo que está en juego, las perspectivas y los límites. Este proceso implica aceptar trabajar en esta «zona gris» donde la dificultad está relacionada con las incertidumbres, las múltiples exploraciones por descubrir y enfrentarse a los «obstáculos epistemológicos» que nos obligan a conocer en contra de nuestros conocimientos previos, como precisó Gaston Bachelard, y que, con Edgard Morin, nos ayudan a proseguir esta compleja búsqueda de inteligibilidad e innovación.

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a los equipos de los grupos temáticos digitales (#GTnum) y a otros socios en nuestras acciones de vigilancia, investigación aplicada e innovaciones, en particular a Pacal Plantard (Universidad Rennes 2), Georges-Louis Baron (Universidad Paris Cité), Colin de la Higuera (Universidad de Nantes, cátedra UNESCO Relia), Vanda Luengo (Universidad de la Sorbona), Margarida Romero (Universidad Côte d'Azur), Pierre-Yves Oudeyer (Inria) y Didier Roy (Inria) por su trabajo y sus contribuciones a la labor realizada por el Ministerio. Damos una respetuosa bienvenida a nuestros colegas europeos de Irlanda, Italia, Luxemburgo y Eslovenia, así como a los del grupo DELTA, con quienes trabajamos regularmente sobre la IA en la educación (en particular, en el proyecto AI4T).

Esta edición está dedicada en particular a Anne Boyer por todo su trabajo sobre la IA, sus contribuciones pioneras y exigentes a la educación y cuyo compromiso y visión siguen inspirándonos.

Sabiendo que no todas las preguntas están cubiertas en esta publicación, seguimos los pasos de Sísifo y creemos que, a menudo, al leer los artículos, surgirán nuevas preguntas que deberán explorarse, estudiarse y compartirse.

Por último, esperamos que esta nueva edición siga siendo útil para quienes participan en el mundo de la educación, apoyándoles en su búsqueda de una nueva agentividad\*, en un momento en que la aceleración de la tecnología de la IA debería reforzar aún más la necesidad de una reflexión crítica y de una acción informada por los puntos de vista entrecruzados de investigadores y profesionales como profesores, formadores, directores de centros educativos e inspectores, con el fin de permanecer siempre dentro de un marco de usos de los servicios digitales de la IA al servicio de los seres humanos.

**Elie Allouche y Axel Jean,**

Oficina de Apoyo a la Innovación Digital y la Investigación Aplicada y el equipo DNE-TN2 CREIA y P2IA  
DNE – MENESR - Francia, enero de 2025

\*Fuente: «Capacidad del ser humano de actuar intencionadamente sobre sí mismo, sobre los demás y sobre su entorno» Jézégou, A. (2022). Agentividad. En *Dictionnaire des concepts de la professionnalisation* (Vol. 2, pp. 41-44). From Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.jorro.2022.01.0041>

# Importante

## 10 puntos clave sobre IA y educación

<https://edunumrech.hypotheses.org/12695>



### 01. Definición

Inteligencia artificial: campo que estudia desde los años 1950 los mecanismos de la inteligencia modelándolos con algoritmos y experimentando con ellos utilizando máquinas (Inria, 2020).



### 02. Aplicaciones

Sistemas de aprendizaje adaptativo, agentes de conversación, tutoría, detección y corrección de dificultades de aprendizaje, procesamiento y producción de conocimientos, usos administrativos.



### 03. Aspectos jurídicos y éticos

Cumplimiento del marco de la Ley de IA y del RGPD. Puntos de vigilancia: control humano, identificación y corrección de sesgos, equidad, inclusión, respeto a la dignidad de las personas, justificación de las elecciones, transparencia y explicabilidad.



### 04. Alfabetización en IA

Alfabetización en IA: comprensión y capacidad para interactuar eficazmente con la IA: conocimientos técnicos, implicaciones éticas y sociales (Zhang et al., 2023).



### 05. IA generativa

Tecnologías entrenadas en datos masivos y generación de nuevos contenidos (texto, imagen, audio, vídeo) de forma aleatoria a partir de una instrucción/prompt (Gozalo-Brizuela & Garrido-Merchan, 2023).



### 06. Agentes conversacionales tipo ChatGPT

Agente conversacional abierto al público en noviembre de 2022 (predicción de palabras mediante la arquitectura de redes neuronales Transformer, 2017). Rendimiento cercano a la interacción humana.



### 07. Explorar y experimentar

Explicación de cómo funciona la IA, qué está en juego y cómo puede aplicarse al alumnado, a la enseñanza del pensamiento crítico, a la vigilancia de la protección de datos personales y al cumplimiento del RGPD.



### 08. Instrucción (prompt)

La calidad de la respuesta depende en gran medida de la de la instrucción. A la hora de redactar una, es importante especificar: contexto, nivel, necesidad, objetivos, limitaciones, público, estilo, formato, palabras clave, ejemplos.



### 09. Ingeniería educativa

El potencial de la IA generativa para diseñar secuencias de aprendizaje: explicitación, enfoque reflexivo, distanciamiento, problematización. Contribuciones de la IA: estructuración, reflexión, creatividad.



### 10. Futuro

Necesidad de formación, impactos en la enseñanza y el aprendizaje, competencias y profesiones, producción y difusión de información y conocimientos, experiencia del usuario y entornos de trabajo. Aparición de agentes de IA autónomos.

(Allouche, 2024)

# 1. La inteligencia artificial (IA): una variedad de definiciones y enfoques

## 1.1 Orígenes y actos fundacionales

Remontándose a sus orígenes, como nueva ciencia, la IA «se basaba en la conjetura de que todas las **capacidades cognitivas**, especialmente el razonamiento, el cálculo, la percepción, la memorización e incluso el descubrimiento científico o la creatividad artística, podrían describirse con tanta precisión que debería ser **posible reproducirlas con un ordenador.**» Según (Ganascia, 2022)

«Además de un artículo principal sobre la morfogénesis en 1952, [los] dos artículos más famosos [de Turing] en el mundo de la informática son "On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem" en 1937, donde establece los cimientos de la **máquina de Turing** y la calculabilidad, y "Computing Machinery and Intelligence" en 1950, donde plantea **la cuestión de la inteligencia para las máquinas** y enuncia el **test de Turing**.» (Le Blanc, 2014)

«Una definición clásica es que la IA es un campo de investigación que desarrolla tecnologías capaces de hacer cosas que requerirían inteligencia si estuvieran por humanos (Minsky, 1969). Este enfoque tiene su origen en **Turing**, que propuso que si una **simulación de ser humano inteligente** no puede distinguirse de una persona real, las cuestiones relacionadas con la inteligencia se vuelven inútiles (Turing, 1950). Muchos especialistas en ciencias cognitivas y algunos investigadores y filósofos especializados en IA han adoptado un punto de vista más firme, que afirma que la investigación sobre la IA puede revelar cómo funciona la mente humana (Gardner, 1985).» (Holmes et al., 2022) traducción de (Bocquet, 2023)

«Si hay que buscar un inicio a la historia, podemos empezar por la **conferencia de Dartmouth**, donde surge el término ahora acuñado de *inteligencia artificial*. Fue organizada en el verano de **1956**, los pioneros **Marvin Minsky y John McCarthy** en el Dartmouth College, cerca de Hanover (New Hampshire).» (Le Cun et al., 2019)

«Sorprendentemente, el término que se ha elegido recientemente para calificar estas increíbles proezas de cálculo es inteligencia artificial (IA). El regreso a la escena de este **lenguaje forjado en 1956 por John McCarthy** es un enigma interesante para la historia de la ciencia y la técnica. La mayoría de los observadores rigurosos subrayan que solo en el ámbito de los métodos de aprendizaje y, especialmente, del aprendizaje profundo (*deep learning*), se están produciendo actualmente avances significativos en la predicción calculada. Sin embargo, la inclusión de estas técnicas en el campo de la IA no siempre ha sido algo natural. (...)

Las **redes neuronales** tienen su origen en la historia pionera de la informática y la primera cibernética. Aunque la etiqueta es posterior, se puede decir que es "conectista" y seguirá haciendo referencia a la propuesta del neurofisiólogo **Warren McCulloch** y el lógico **Walter Pitts** de modelizar matemáticamente una red de neuronas **en 1943**. Este artículo fundador se sigue considerando —incluso en las citas actuales de los artículos de *deep learning*— el punto de partida de la aventura conexionista.» (Cardon et al., 2018)

## Algunas etapas en la historia de la IA

1943	Artículo sobre las <b>neuronas artificiales</b> de McCulloch y Pitts.
1950	Artículo de <b>Turing</b> « <i>Computing Machinery and Intelligence</i> » en la base del «test de Turing».
1956	El término <i>inteligencia artificial</i> se utiliza por primera vez en una <b>conferencia en el Dartmouth College</b> .
1957	Inención del <b>Perceptron</b> (primer modelo de aprendizaje automático basado en una red neuronal artificial) por <b>Frank Rosenblatt</b> .
1958	<b>John McCarthy</b> inventó el lenguaje de programación LISP.
1964-1966	El programa <b>Eliza</b> , uno de los primeros <b>chatbots</b> , fue desarrollado por Joseph Weizenbaum. Dio nacimiento al «efecto Eliza» (tendencia a asignar involuntariamente rasgos humanos a secuencias de símbolos generados por un ordenador).
1972-1981	Se desarrolla el <b>sistema experto MYCIN</b> para ayudar a los médicos a diagnosticar enfermedades infecciosas.
1974	Paul Werbos desarrolla el primer algoritmo de retropropagación, un método clave para el <i>deep learning</i> o <b>aprendizaje profundo</b> .
1997	<b>Deep Blue</b> , el ordenador de ajedrez desarrollado por IBM, vence al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov.
2011	¡El <b>sistema Watson</b> de IBM gana el juego de televisión Jeopardy! contra dos antiguos campeones humanos.
2012	La <b>red de neuronas convolutivas</b> AlexNet gana el concurso ImageNet, que marca el comienzo de la era del <i>deep learning</i> .
2016	<b>AlphaGo</b> , un programa de IA desarrollado por Google DeepMind, vence al campeón mundial de Go Lee Sedol. Google desarrolla su asistente de voz.
2017	Artículo sobre <b>Transformers</b> de (Vaswani et al.) [Búsqueda en Google].
2018	Google desarrolla su <b>modelo de lenguaje BERT</b> , mejorando el rendimiento del procesamiento automático del lenguaje natural.
2019	Pluribus es un programa desarrollado por Facebook AI que ha logrado un gran avance en el mundo del póquer.
2022	<b>ChatGPT</b> abierto al público por OpenAI.
2023	Rápido desarrollo de <b>sistemas de IA</b> generativa y <b>grandes modelos multimodales</b> (texto, imagen, sonido, vídeo).
2024	<b>Premio Nobel de Física</b> a <b>John Hopfield</b> y <b>Geoffrey Hinton</b> y <b>Premio Nobel de Química</b> a <b>Demis Hassabis</b> and <b>John Jumper</b> por sus trabajos sobre IA.

## 1.2 Elección humana, modelización y automatización de tareas cognitivas

«La expresión *inteligencia artificial*, creada en la década de 1950, es el **campo de investigación que estudia los mecanismos de la inteligencia** modelizándolos con algoritmos y experimentándolos con máquinas. Estos mecanismos incluyen, por ejemplo, la capacidad de encontrar automáticamente soluciones a problemas, lo que puede implementar capacidades de planificación, predicción, control, memoria o aprendizaje. Por extensión, el término *inteligencia artificial* se utiliza a menudo para referirse a **algoritmos** [cadenas de acciones elementales para resolver un problema] **que simulan o tienen puntos en común con algunas de las capacidades de inteligencia de los seres vivos.**»  
(Inria & Class'Code, 2020)



La IA se refiere a «un **sistema automatizado** que, para un conjunto dado de objetivos definidos por el ser humano, **es capaz de hacer previsiones, formular recomendaciones o tomar decisiones** que influyen en entornos reales o virtuales.» Los sistemas de IA interactúan con nosotros e influyen directa o indirectamente en nuestro entorno. A menudo parecen funcionar de forma autónoma y pueden adaptar su comportamiento en función del contexto.» Según (UNICEF, 2021) tomado por (Holmes & Tuomi, 2022) traducido por (Bocquet, 2023)

También es «un **campo interdisciplinario teórico y práctico** que combina tecnologías digitales, matemáticas, estadísticas y algorítmicas.»  
(*Gran léxico español de la inteligencia artificial*, 2021)

«Desde la década de 1950, la IA ha sido un campo de investigación abundante que combina matemáticas aplicadas y psicología. Las técnicas han evolucionado y se han propuesto varias definiciones, pero la idea de **ampliar los límites de las acciones humanas que se pueden automatizar** sigue siendo central. Ya sea para toma de decisiones o para ayuda a la toma de decisiones, lo cierto es que la **IA pretende modelizar algunas de las capacidades mentales del ser humano**. Hoy en día, con la proliferación de conjuntos de datos masivos, el perfeccionamiento de los métodos de análisis y la visibilidad de algunos proyectos que impulsan el imaginario colectivo, como los coches autónomos, las aplicaciones potenciales de la IA en diferentes campos del conocimiento están en auge.» (Romero et al., 2023)

## 1.3 Los tipos de IA

Existen varios tipos de IA:

**Dependiendo de su tecnología:**

«Una **IA basada en los datos**, o aprendizaje automático (*machine learning* en inglés), y otra IA basada en los conocimientos, o **IA simbólica**. Un tercer modelo conceptual, la **IA híbrida**, combina los enfoques basados en los datos y los conocimientos con la cognición humana.» [Traducción] Según (Holmes et al., 2022) traducción por (Bocquet, 2023)

**Dependiendo de su alcance:**

«**Distinguimos entre la IA débil y la IA fuerte** en función del alcance de aplicación de estos programas informáticos. La inteligencia artificial débil (*weak AI*) es una inteligencia artificial que se centra en una tarea concreta, mientras que la inteligencia artificial fuerte (*strong AI*) o la inteligencia artificial general (AGI: artificial general *intelligence*) se aplica a cualquier problema. Actualmente, todos los sistemas de IA existentes se consideran inteligencias artificiales débiles.» (Gran léxico español de la inteligencia artificial, 2021)

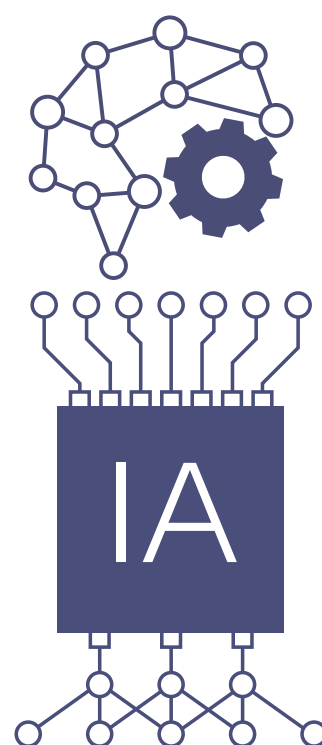
**«Inteligencia artificial completa o fuerte:**

Una inteligencia artificial que sería capaz de copiar las habilidades humanas (aprender, comprender, aprehender, razonar, tomar decisiones, tener una conciencia, emociones...). **Hasta la fecha, la inteligencia artificial fuerte no existe, es una creencia.**

**Inteligencia artificial débil:** Es la inteligencia artificial que se conoce actualmente: es un algoritmo que "aprende", adaptando sus parámetros a datos de aprendizaje, desprovisto de capacidades mentales y cognitivas, pero capaz de realizar con mucha más eficiencia, a veces más que el ser humano, una tarea precisa.» (Inria y Class'Code, 2020)

**IA clásica y aprendizaje automático:**

**IA clásica:** La IA más antigua o «clásica», también conocida como «**IA simbólica**», «IA basada en reglas» o «IA a la antigua» (GOFAI, por sus siglas en inglés), consiste en escribir secuencias de IF... (SI) THEN... (ENTONCES) y otras reglas de lógica condicional, pasos que la computadora seguirá para completar una tarea. Durante décadas, los «**sistemas expertos**» de IA basados en reglas se han desarrollado para una amplia gama de aplicaciones, como el diagnóstico médico, la calificación crediticia y la manufactura. Los sistemas expertos se basan en un enfoque conocido como «ingeniería del conocimiento», que implica la obtención y el modelado de los conocimientos de los expertos en un dominio específico, una tarea que requiere muchos recursos y que no está exenta de complicaciones.(...)



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

Hay **tres enfoques principales de AA:**

— **supervisado,**

— **no supervisado,**

— **de refuerzo.**

— **El aprendizaje supervisado** utiliza datos que ya han sido etiquetados, como varios miles de fotografías de personas etiquetadas por humanos. El aprendizaje supervisado relaciona los datos con las etiquetas, para construir un modelo que pueda aplicarse a datos similares – por ejemplo, para identificar automáticamente a las personas en nuevas fotografías. En el aprendizaje no supervisado, la IA dispone de cantidades de datos aún mayores, pero esta vez los datos no han sido categorizados ni etiquetados.

— **El aprendizaje no supervisado** pretende descubrir patrones ocultos en los datos, agrupamientos que pueden utilizarse para clasificar nuevos datos. Por ejemplo, puede identificar automáticamente letras y números en la escritura a mano buscando patrones en miles de ejemplos. Tanto en el aprendizaje supervisado como en el no supervisado, el modelo derivado de los datos es fijo y, si los datos cambian, hay que volver a realizar el análisis.

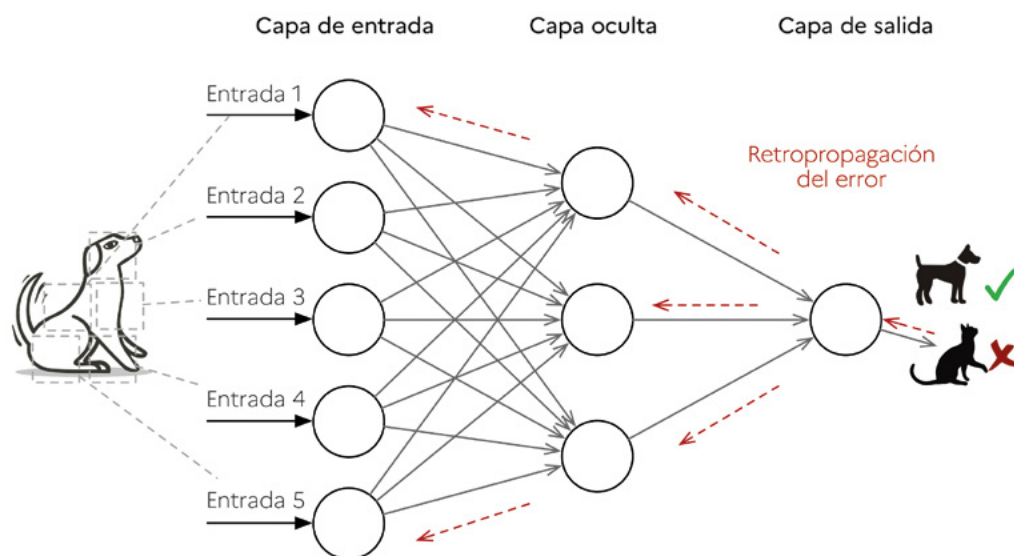
— Sin embargo, el tercer enfoque del AA, **el aprendizaje por refuerzo**, implica una mejora continua del modelo basada en la retroalimentación, es decir, se trata de un aprendizaje automático en el sentido de que este es continuo. La IA recibe unos datos iniciales a partir de los cuales obtiene un modelo que se evalúa como correcto o incorrecto y se premia o castiga en consecuencia.

**Una red neuronal artificial (RNA)** es un enfoque de la IA que se inspira en la estructura de las redes neuronales biológicas (es decir, los cerebros de los animales). Las RNA consisten en tres tipos de capas interconectadas de neuronas artificiales: una capa de entrada, una o varias capas computacionales intermedias ocultas y una capa de salida que proporciona el resultado. (...)

**El aprendizaje profundo se refiere a las RNA que comprenden múltiples capas intermedias.** Es este enfoque el que ha dado lugar a muchas de las recientes y notables aplicaciones de la IA (por ejemplo, en el procesamiento del lenguaje natural, el reconocimiento del habla, la visión por computadora, la creación de imágenes, el desarrollo de fármacos y la genómica).

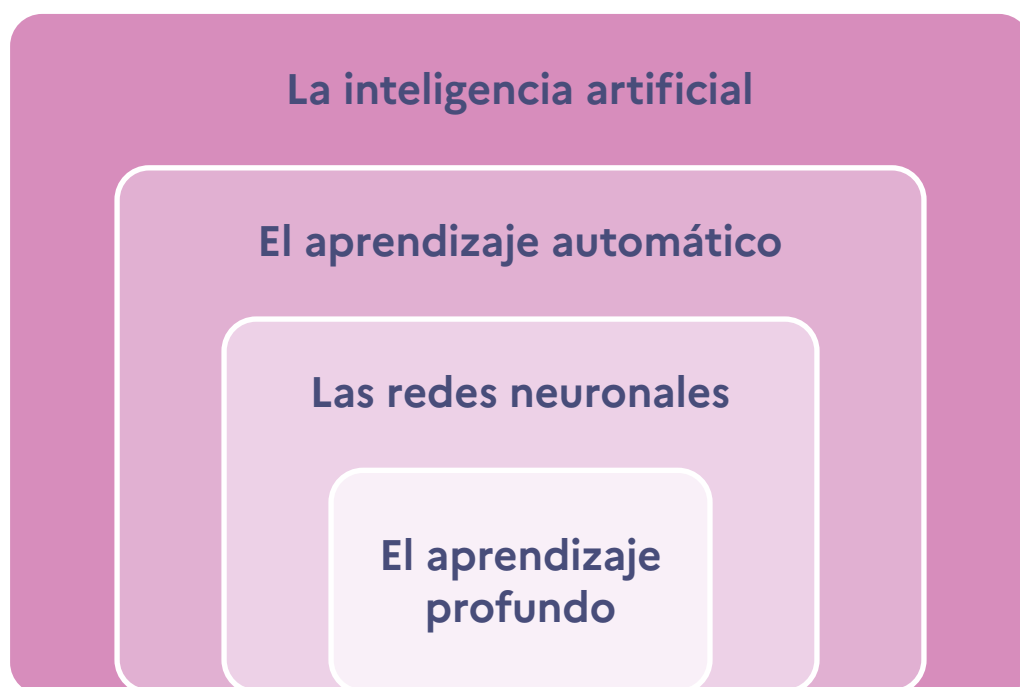
(UNESCO, 2021)

## Funcionamiento de una red neuronal simple



(Cardon et al., 2018) En relación con el trabajo de los Premios Nobel de Física 2024.

## IA, aprendizaje automático, red neuronal y aprendizaje profundo



(UNESCO, 2021)

## El futuro de la IA según Yann LeCun

Según Yann LeCun, **la inteligencia humana tiene cuatro características:**

- Comprensión del mundo físico
- Memoria persistente (recordar y encontrar cosas)
- Razonamiento
- Planificación

Por lo tanto, aunque nos pueda impresionar el volumen de datos que procesan los LLM, aprendemos y procesamos más datos a través de nuestras percepciones sensoriales, observaciones e interacciones con el mundo real que a través del lenguaje. El aprendizaje que tiene lugar en los primeros años de existencia de un ser humano, y en la vida de la mayoría de los animales, nada tiene que ver con el lenguaje. Se refiere a la **paradoja de Moravec**, según la cual lo que es más fácil para los humanos suele ser lo más difícil para las máquinas, y viceversa.

Por lo tanto, para avanzar hacia una IA sólida, las tecnologías de IA deben integrar y simular una comprensión del mundo físico. Un **«modelo del mundo»** integrado en la IA permitiría:

«(1) [para] estimar la información que falta sobre el estado del mundo no proporcionada por la percepción, y (2) [para] predecir estados futuros plausibles del mundo. El modelo del mundo puede predecir la evolución natural del mundo o los estados futuros del mundo resultantes de una secuencia de acciones propuestas por el módulo actor».

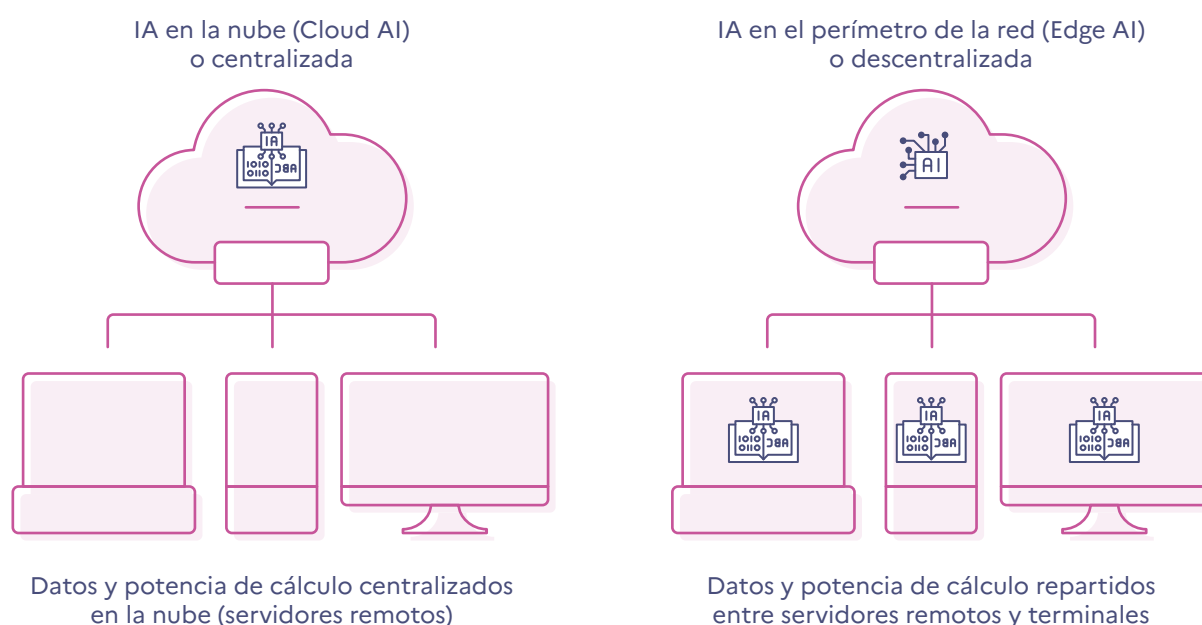
(LeCun, 2022, LeCun et al., 2022 y Lex Fridman, 2024)

### ¿Qué es la IA en la periferia de la red (Edge AI)? ¿Qué es Edge AI?

«Edge AI es el uso de la IA en dispositivos del mundo real. Edge AI se refiere a la práctica de realizar cálculos de IA cerca de los usuarios en el borde de la red en lugar de una ubicación centralizada como el centro de datos de un proveedor de servicios en la nube o el almacén de datos privado de una empresa.» (Singh & Gill, 2023)

Este trabajo forma parte de la estrategia nacional de IA.

### IA en el perímetro de la red (Edge AI)



# 2. ¿Cuáles son los retos para las políticas públicas?

## 2.1 El consenso de Pekín

«El Consenso de Pekín recomienda a los gobiernos y otras partes interesadas de los Estados miembros de la UNESCO que:

- **Planificar la IA en las políticas educativas** para aprovechar las oportunidades y hacer frente a los desafíos que presentan las tecnologías de IA, adoptar enfoques que involucren a todo el gobierno, intersectoriales y multipartidistas que también permitan establecer prioridades estratégicas locales para alcanzar los objetivos del ODS 4 [Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar que todos tengan acceso a una educación de calidad e igualitaria y promover las oportunidades de aprendizaje a lo largo de toda la vida].
- **Apojar el desarrollo de nuevos modelos** posibles gracias a las tecnologías de IA para la prestación de servicios de educación y formación donde los beneficios superan claramente los riesgos, y utilizar herramientas de IA para ofrecer sistemas de aprendizaje permanente que permitan un aprendizaje personalizado en cualquier momento, en cualquier lugar y para todos.
- **Considerar el uso de datos relevantes**, si procede, para fomentar la planificación de políticas basadas en datos concluyentes.
- Asegurarse de que las tecnologías de IA sirven para **dar autonomía a los profesores en lugar de reemplazarlos** y desarrollar programas adecuados para el refuerzo de las capacidades para que los profesores trabajen junto a los sistemas de IA.
- Preparar a la próxima generación de trabajadores **equipándola con los valores y las competencias necesarios para la vida y el trabajo** más relevantes en la era de la IA.
- Promover un **uso justo e inclusivo** de la IA, independientemente de la discapacidad, la situación social o económica, el origen étnico o cultural o la ubicación geográfica, haciendo hincapié en la igualdad de género, al tiempo que se garantizan usos éticos, transparentes y verificables de los datos educativos.»

(UNESCO, 2019)

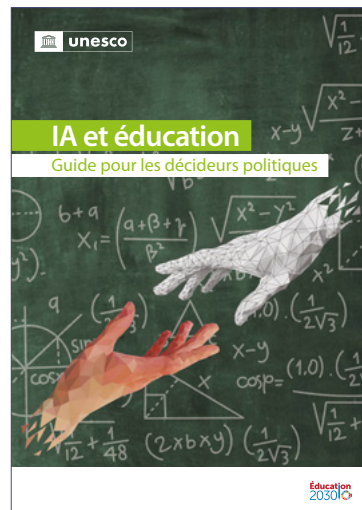


## 2.2 Recomendaciones y previsiones de la UNESCO y la OCDE

### Recomendaciones para los responsables políticos

#### 1. Visión y prioridades estratégicas integrales del sistema

- Definir una visión sistémica de las políticas de IA y educación
  - Garantizar el uso inclusivo y equitativo de la IA en la educación;
  - Hacer uso de la IA para mejorar la educación y el aprendizaje;
  - Promover el desarrollo de habilidades para la vida en la era de la IA, incluyendo la enseñanza del funcionamiento de la IA y sus implicancias para la humanidad;
  - Salvaguardar el uso transparente y auditable de los datos educativos.
- Evaluar la preparación integral del sistema y seleccionar las prioridades estratégicas.



#### 2. Principio general para las políticas de IA y educación

- Adoptar un enfoque humanista como principio general de las políticas de IA y educación.

#### 3. Planificación interdisciplinaria y gobernanza intersectorial

- Movilizar los conocimientos interdisciplinarios y de las múltiples partes interesadas para fundamentar la planificación de políticas y desarrollar las capacidades de quienes formulan políticas.
- Establecer mecanismos de gobernanza y coordinación intersectoriales.

#### 4. Políticas y normativas para un uso equitativo, inclusivo y ético de la IA

- Establecer objetivos estratégicos transversales y planificar normativas y programas, para garantizar el uso equitativo de la IA en la educación.

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

- Hacer uso de la IA para impulsar y mejorar la gestión e impartición de la educación.
- Cultivar el uso de la IA centrado en el estudiante para mejorar el aprendizaje y la evaluación.
- Garantizar que la IA se utilice para empoderar a los docentes.
- Planificar el uso de la IA para apoyar el aprendizaje a lo largo de la vida en todas las edades, lugares y entornos.
- Desarrollar valores y habilidades para la vida y el trabajo en la era de la IA.

#### 6. Pruebas piloto, monitoreo y evaluación, y creación de una base de evidencias

- Crear una base de evidencias fiable para apoyar el uso de la IA en la educación.
- Reforzar la investigación y la evaluación en el ámbito de la IA y la educación.

#### 7. Promoción de las innovaciones locales en materia de IA para la educación

- Promover el desarrollo local de las tecnologías de la IA para la educación.

Referencia: (UNESCO, 2021) (Extractos)

## IA y educación inclusiva

«Las herramientas institucionales basadas en la IA ofrecen **oportunidades prometedoras para mejorar la equidad y la inclusión en los sistemas educativos**. Por ejemplo, para la admisión a la enseñanza superior, el uso de algoritmos y análisis de datos para **agilizar el proceso de admisión** puede reducir los prejuicios y mejorar la equidad en la selección de candidatos. Del mismo modo, las herramientas de IA diseñadas para **identificar a los estudiantes en riesgo de abandono escolar (deserción escolar)** pueden proporcionar información crucial, permitiendo una intervención oportuna en las escuelas. Además, la IA puede **facilitar la toma de decisiones basada en datos**, permitiendo una distribución más eficiente y selectiva de los recursos en las áreas más importantes».

[Traducción] (OCDE *et al.*, 2024)

## Los nuevos retos de la IA generativa

«Las implicaciones de la IA generativa para la evaluación van mucho más allá de las preocupaciones inmediatas sobre las trampas que los alumnos puedan hacer al redactar sus deberes. Debemos tener en cuenta que la **IA generativa puede producir artículos y ensayos relativamente bien organizados y obras de arte impresionantes**, y puede aprobar ciertos exámenes basados en conocimientos en algunas áreas. **Por lo tanto, debemos replantearnos lo que se debe aprender exactamente y para qué fin**, así como la forma de evaluar y validar el aprendizaje. (...)

La perspectiva más fundamental de las implicaciones a largo plazo de la IA generativa para la educación y la investigación sigue englobando la **relación complementaria entre la acción humana y las máquinas**. Una de las cuestiones clave es si los seres humanos podrían ceder niveles fundamentales de reflexión y de procesos de adquisición de competencias a la IA para centrarse, más bien, en capacidades de reflexión de nivel superior basadas en los resultados proporcionados por la IA. (...) La aparición de varios chatbots de IA generativa hace que sea esencial que cada país examine detenidamente y debata públicamente el límite de edad adecuado para el intercambio autónomo con las plataformas de GenAI. La edad mínima debería fijarse en 13 años. Los Estados también tendrán que decidir si la autodeclaración de la edad sigue siendo un medio de verificación adecuado.»

(Miao & Holmes, 2023)

«Los modelos de IA generativa que generan texto, imágenes, vídeos y contenido de audio (música, voz, etc.) están avanzando a una velocidad vertiginosa. Esto abre **posibilidades infinitas, demostradas en un número creciente de áreas**. Sin embargo, la tecnología también plantea muchos desafíos y riesgos para las personas, las empresas, las economías, las sociedades y los responsables políticos de todo el mundo, **desde la perturbación del mercado laboral y la desinformación a corto plazo hasta los posibles desafíos a largo plazo en el control de las acciones de las máquinas**. Las trayectorias futuras de la IA generativa son difíciles de predecir, pero los gobiernos deben explorarlas para poder darles forma.»

(Lorenz *et al.*, 2023)

## 2.3 Una estrategia nacional

A raíz del informe «Dar sentido a la inteligencia artificial: creación de una estrategia nacional y europea» (2018) y en el marco del plan Francia 2030, el Gobierno lanzó en 2018 una **estrategia nacional para la inteligencia artificial (SNIA)**. Esta estrategia tiene como objetivo posicionar a Francia como uno de los líderes europeos y mundiales de la inteligencia artificial (IA).

a estrategia nacional para la inteligencia artificial tiene como objetivo preservar y consolidar la soberanía económica, tecnológica y política de Francia y poner la IA al servicio de la economía y la sociedad. Está vinculada al componente de dominio de las tecnologías digitales soberanas y seguras de Francia 2030.

(Gobierno francés - Dirección General de Empresas, 2023)

### «Le plan France 2030»

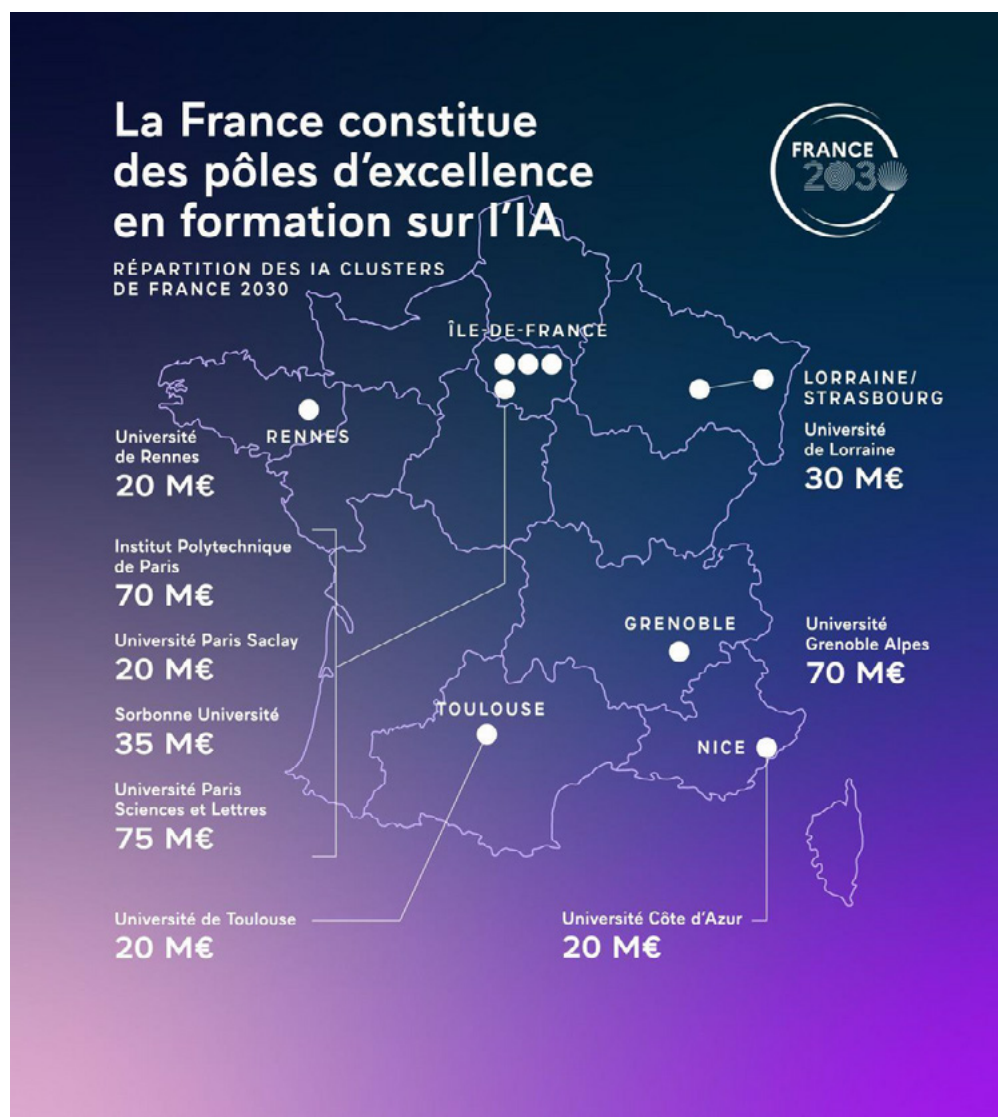
#### Los P2IA

«Los planes para la innovación en IA (P2IA) permiten desarrollar **servicios educativos digitales innovadores que integran la IA para el aprendizaje de los fundamentos de las matemáticas y el francés, así como para los idiomas**. En Francia, el plan P2IA para el ciclo 2 (1.º, 2.º y 3.º de Primaria) ya está desplegado, el del ciclo 3 (4.º, 5.º y 6.º de Primaria) está en proceso de adopción y el del ciclo 4 (1.º, 2.º y 3.º de ESO) está aún por llegar. Por último, un próximo P2IA se dedicará a las herramientas que integran la IA generativa para apoyar a los profesores en sus acciones diarias (preparación de clases, evaluación, corrección, etc.)»

#### Convocatoria de proyectos digitales conjuntos de IA generativa

«Con el fin de fomentar el desarrollo de la IA generativa en la economía francesa y controlar toda la cadena de valor de esta tecnología, France 2030 lanzó la convocatoria de «Proyectos digitales conjuntos de IA generativa» en 2023. El objetivo de esta iniciativa, junto con la Estrategia Nacional en materia de IA, es desarrollar y facilitar la accesibilidad a los componentes tecnológicos fundamentales de la IA generativa: bases de datos masivas que aprovechen el patrimonio nacional francés, modelos “fundacionales” y sistemas de despliegue, evaluación y seguimiento de los modelos de IA generativa.»

## Centros de excelencia en IA



Fuente: (Gobierno francés, 2024)

### «Las recomendaciones de la Comisión de Inteligencia Artificial

1. Crear las condiciones para la apropiación colectiva de la IA y sus retos lanzando **un plan de sensibilización y formación** de la nación.
2. Invertir masivamente en empresas digitales y transformación empresarial para apoyar **el ecosistema francés de IA** y convertirlo en uno de los primeros del mundo.
3. Convertir a Francia y a Europa en un **gran centro en materia informática** a corto y medio plazo.
4. Transformar nuestro **enfoque de los datos personales para seguir protegiéndolos** al tiempo que facilitamos la innovación para satisfacer nuestras necesidades.

5. Garantizar la **difusión de la cultura francesa** facilitando el **acceso a los contenidos culturales y respetando los derechos de propiedad intelectual**.
6. Asumir el principio de una **experimentación** en la **investigación pública en IA** para reforzar su atractivo.
7. Estructurar una **iniciativa diplomática** coherente y concreta destinada a establecer una **gobernanza mundial de la IA**».

(Comisión de Inteligencia Artificial, 2024)



## 2.4 Acciones y producciones de los grupos temáticos digitales (#GTnum)

La Dirección del Departamento de Educación Digital pone en marcha y apoya **colectivos de investigación**, los grupos temáticos digitales, que reúnen a investigadores y profesionales de la educación, que contribuyen a la producción de **conocimientos de acceso abierto** sobre la educación digital. Cada GTnum es dirigido durante tres años por laboratorios de investigación en colaboración con áreas académicas.

### Programas de trabajo de los GTnum sobre IA generativa

#### — IA generativa y grandes modelos lingüísticos en la educación: GTnum #GenIAL



«El enfoque se articula en tres niveles: el contexto educativo en términos de acciones pedagógicas y de normas y formas educativas; el **contrato educativo** que se desarrolla en un marco relacional y normativo entre el personal educativo y los alumnos; y, por último, los **sistemas y procesos** que rigen la actividad en la escuela. Nuestro objetivo es, por tanto, **poder evaluar el potencial transformador de esta IA generativa y de los grandes modelos lingüísticos en la escuela y, más ampliamente, en la enseñanza.**»

## — IA generativa y centros educativos en la región Grand-Est: GTnum #IA2GE

«El grupo temático que hemos creado busca **estudiar los usos (y los no usos) que hacen los profesores y alumnos de primaria y secundaria de la región de Grand-Est** en relación con los conocimientos científicos actuales sobre los fenómenos pedagógicos, didácticos, de aprendizaje y educativos. Nuestro objetivo es **identificar obstáculos, conflictos y palancas** en el contexto del uso de la IA generativa para producir recursos prácticos relacionados con la ingeniería pedagógica, didáctica y formativa, así como con el **desarrollo prospectivo** de futuras herramientas para apoyar a los profesores.»

Laboratoire	interuniversitaire
des sciences de l'éducation	
et de la communication   LISEC   EA 2310	
Université de Strasbourg	



(DNE-TN2, 2024a, 2024b)

### ¿Qué países han integrado la IA en sus programas educativos?



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

País/Región	Título del currículo	Desarrollador del currículo	Niveles educativos		
			Primaria	Secundaria Básica	Secundaria Superior
<b>Armenia</b>	Currículo de TIC	Gobierno		✓	✓
<b>Austria</b>	Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial	Ministerio Federal de Educación, Ciencia e Investigación			✓
<b>Bélgica</b>	Repositorio de TI	Fédération Wallonie-Bruxelles (Comunidad francófona de Bélgica)			✓
<b>China</b>	Currículo de IA incluido en el de Ciencias y Tecnología de la Información	Ministerio de Educación de la República Popular China	✓	✓	✓
<b>India</b>	Módulos de IA de Atal Tinker Labs	Atal Tinker Labs, Atal Innovation Mission, NITI Aayog		✓	✓
<b>República de Corea</b>	«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			✓
	«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			✓
<b>Kuwait</b>	Currículo de estándares	Docentes y Expertos en Orientación Técnica de Currículos	✓	✓	
<b>Portugal</b>	Tecnologías de la Información y la Comunicación	Docentes de TIC y Matemáticas de escuelas públicas	✓	✓	✓
<b>Qatar</b>	Informática y Tecnología de la Información	Binary Logic, Ministerio de Educación y Enseñanza Superior	✓	✓	✓
	Informática y Tecnología de la Información (Rama de Alta Tecnología)	Binary Logic, Ministerio de Educación y Enseñanza Superior			✓
<b>Serbia</b>	Informática y Programación – 1º año de Educación Secundaria Básica	Grupo de trabajo del Ministerio de Educación		✓	
	Tecnologías Modernas en Instituciones de Educación Secundaria Superior – 3º y 4º años	Grupo de trabajo del Ministerio de Educación		✓	
<b>Emiratos Árabes Unidos</b>	Currículo de IA integrado en el Marco Temático de Tecnología	Ministerio de Educación	✓	✓	✓

Según (UNESCO, 2023)

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 [Algorithmen Erkennen und Formulieren]	Conferencia Permanente de Ministros de Educación y Asuntos Culturales de los Estados Federados de Alemania	✓	✓	✓
Jordania	2. Competencias digitales	Centro Nacional para el Desarrollo de Currículos	✓	✓	
Bulgaria	3. Modelado Informático, Tecnologías de la Información e Informática	Grupos de expertos (académicos, docentes, expertos en educación)	✓	✓	✓
Arabia Saudita	4. Competencias digitales	Binary Logic y Tatweer Co.	✓	✓	✓
Serbia	5. Técnica y Tecnología	Grupo de trabajo del Ministerio de Educación	✓		
	6. IA en Instituciones de Educación Secundaria Superior	Grupo de trabajo del Ministerio de Educación		✓	
	7. IA en toda la educación secundaria superior	Grupo de trabajo del Ministerio de Educación		✓	

(UNESCO, 2023)

## 2.5 Innovación, IA y perspectivas para Europa



«En un momento en que el mundo **se acerca a una nueva revolución digital**, impulsada por la propagación de la inteligencia artificial (IA), se ha abierto una ventana para que Europa cubra sus brechas en innovación y productividad y recupere su potencial productivo. (...) La IA, y en particular la IA generativa, es una tecnología en evolución en la que las empresas de la UE aún tienen la oportunidad de forjarse una posición de liderazgo en determinados segmentos. Europa ocupa una posición fuerte en robótica autónoma, con alrededor de un 22 % de la actividad mundial, y en servicios de IA, con cerca del 17 % de la actividad. Sin embargo, las empresas digitales innovadoras no suelen crecer en Europa ni atraer financiación, lo que se traduce en una **considerable brecha entre la UE y los EE. UU. en materia de financiación** en fases posteriores. De hecho, ninguna empresa

de la UE con una capitalización bursátil superior a 100 000 millones de euros se ha creado desde cero en los últimos cincuenta años, mientras que en EE. UU. las seis empresas con una valoración superior a 1000 millones de euros se crearon durante ese periodo. (...)

**Aunque la tecnología es esencial para proteger el modelo social europeo, la IA también podría ponerlo en peligro si no se hace hincapié en las competencias.** A diferencia de anteriores oleadas de informatización, **es probable que los empleos de los trabajadores más cualificados sean los más amenazados.** Sin embargo, proporcionar a los trabajadores las competencias y la formación adecuadas para utilizar la IA puede contribuir a que los beneficios de la IA sean más inclusivos. Un estudio reciente ha evidenciado que el acceso a la ayuda de la IA aumenta la productividad de todos los trabajadores, pero que el personal menos experimentado o poco cualificado es quien más se beneficia. Si bien Europa debe esforzarse por igualar el potencial de innovación de los EE. UU., debería aspirar a superarlo **proporcionando oportunidades de educación y aprendizaje permanente** para que los beneficios de la IA se compartan ampliamente y se minimice cualquier impacto negativo en la inclusión social.»

(Draghi, 2024)

## 2.6 IA e impacto medioambiental

«Cada vez que consultamos un modelo de IA, ya sea a través de nuestro teléfono, una interfaz de chat o un altavoz conectado, esta consulta tiene que pasar por un **hardware físico** para darnos una respuesta. A medida que los modelos de IA se vuelven más grandes y complejos, también requieren un hardware más potente para ejecutarlos. Uno de los componentes de hardware comunes de los sistemas de IA es la **GPU (unidad de procesamiento gráfico)**, y un modelo de IA individual puede requerir varias GPU. Estas GPU suelen estar ubicadas en servidores de centros de datos situados en distintas partes del mundo y conectados a través de la web. De media, entre el 40-50 % de la energía consumida por un centro de datos se utiliza para alimentar los equipos informáticos, con un 30-40 % adicional para **refrigerarlos**. También se utiliza energía para la **fabricación de hardware** (por ejemplo, las GPU), así como otros elementos de la infraestructura del centro de datos (por ejemplo, almacenamiento, redes, etc.), aunque aún se desconoce la cantidad exacta utilizada por empresas como Nvidia, que tienen una cuota de mercado considerable en el diseño de GPU.

Actualmente, hay **poca transparencia sobre las necesidades energéticas de las aplicaciones específicas de IA**, si bien una estimación reciente sitúa **la cantidad de energía utilizada para una consulta de ChatGPT entre 6 y 10 veces superior a la de una consulta tradicional en la web** (0,3 Wh frente a 2,9 Wh). A escala macro, se estima que la IA utiliza actualmente entre el 10 y el 20 % de la electricidad de los centros de datos, pero como las nuevas generaciones de servidores con IA consumen más energía, se espera que este porcentaje aumente una media del 70 % en los próximos años y se duplique para 2030.»

(Luccioni et al., 2024)

«**La IA multiplica por diez los riesgos y las oportunidades de la tecnología digital para el medio ambiente.** En el amplio ámbito digital, la inteligencia artificial (IA) ocupa un lugar particular, sobre todo la llamada IA «generativa», capaz de generar nuevos contenidos (textos, audio, fotos, vídeos, etc.) a partir de datos.

En términos de oportunidades, la **IA puede contribuir directamente a reducir la huella ambiental mediante sistemas creados específicamente por su utilidad ecológica.** Por ejemplo, la IA está ayudando a medir y gestionar la calidad del aire, prediciendo la concentración de partículas finas en una zona determinada con varias horas de antelación y aconsejando a la gente que adapte sus desplazamientos en consecuencia. La IA también puede ayudar indirectamente a reducir la huella ecológica mejorando la eficiencia energética de todas las actividades. Esta optimización del uso de los recursos adopta múltiples formas en muchos sectores: control de los flujos de tráfico vial, calefacción de edificios, gestión de residuos, etc.

**Pero, por otra parte, el consumo de electricidad, metales raros, agua y zonas urbanizadas imputable a la IA aumenta de manera considerable,** aunque sigue siendo marginal en comparación con el consumo total. Por tanto, la IA está empeorando la huella medioambiental de la tecnología digital, tanto en sus tres componentes físicos (terminales, redes y centros de datos) como en todas las fases del ciclo de vida (fabricación, distribución, uso y fin de vida útil).»

(Tatot & Vermot Desroches, 2024)



# 3. ¿Cuáles son las consideraciones jurídicas y éticas?

## 3.1 La IA y la protección de los datos personales

Las primeras recomendaciones de la CNIL:  
cómo utilizar la IA respetando los datos personales

«Estas recomendaciones de la CNIL pretenden **ayudar a los actores del ecosistema de la IA a cumplir la legislación sobre protección de datos personales**. Ofrecen respuestas prácticas con ejemplos concretos a las cuestiones jurídicas y técnicas que plantea la aplicación del RGPD a la IA. Los puntos abordados en estas recomendaciones iniciales permitirán en particular:

- determinar el régimen jurídico aplicable;
- establecer una finalidad;
- determinar el estatuto jurídico de los actores;
- definir una base legal;
- realizar pruebas y comprobaciones en caso de reutilización de datos;
- realizar un análisis de impacto en caso necesario;
- tener en cuenta la protección de datos desde la fase de diseño del sistema;
- tener en cuenta la protección de datos a la hora de recopilarlos y gestionarlos.»  
(CNIL, 2024)

## 3.2 La Ley Europea de Inteligencia Artificial

«¿Qué prevé la Ley Europea de Inteligencia Artificial?»

El Reglamento Europeo sobre Inteligencia Artificial (RIA) es la primera legislación general (o exhaustiva) del mundo sobre inteligencia artificial. Su objetivo consiste en establecer un marco para el desarrollo, la comercialización y el uso de sistemas de inteligencia artificial (IA) que puedan plantear riesgos para la salud, la seguridad o los derechos fundamentales.

## Cuatro niveles de riesgo

El RIA ofrece un enfoque basado en el riesgo clasificando los sistemas de IA en cuatro niveles:

- **Riesgo inaceptable:** el RIA prohíbe un conjunto limitado de prácticas contrarias a los valores de la Unión Europea y a los derechos fundamentales.  
Algunos ejemplos son la calificación social, el aprovechamiento de la vulnerabilidad de las personas, el uso de técnicas subliminales, el uso por parte de los servicios policiales de la identificación biométrica remota en tiempo real en espacios accesibles al público, la policía predictiva dirigida a las personas, el reconocimiento de emociones en el lugar de trabajo y en los centros educativos.
- **Alto riesgo:** el RIA define los sistemas de IA como de alto riesgo cuando pueden afectar a la seguridad de las personas o sus derechos fundamentales, lo que justifica que su desarrollo esté sujeto a requisitos más estrictos (evaluaciones de conformidad, documentación técnica, mecanismos de gestión de riesgos). Estos sistemas se enumeran en el Anexo I para los sistemas integrados en productos que ya están sujetos a vigilancia del mercado (productos sanitarios, juguetes, vehículos, etc.) y en el Anexo III para los sistemas utilizados en ocho ámbitos específicos.  
Ejemplos: sistemas biométricos, sistemas utilizados en la contratación o con fines policiales.
- **Riesgo específico en materia de transparencia:** el RIA somete a los sistemas de IA a obligaciones específicas de transparencia, en particular en caso de riesgo manifiesto de manipulación.  
Algunos ejemplos son el uso de chatbots o la generación de contenido artificial.
- **Riesgo mínimo:** para todos los demás sistemas de IA, el RIA no establece ninguna obligación específica. Según la Comisión Europea, estos son la gran mayoría de los sistemas de IA que se utilizan actualmente o que es probable que se utilicen en la UE.

### Sistemas de IA de alto riesgo en el ámbito de la educación y la formación profesional

- sistemas de IA destinados a ser utilizados para determinar el acceso, la admisión o la asignación de personas a centros de educación y formación profesional, a todos los niveles;
- sistemas de IA destinados a ser utilizados para evaluar los conocimientos aprendidos, incluso cuando se utilizan para guiar el proceso de aprendizaje de las personas en centros de educación y formación profesional, a todos los niveles;
- sistemas de IA destinados a ser utilizados para evaluar el nivel adecuado de aprendizaje que una persona recibirá o podrá alcanzar en el contexto o dentro de los centros de educación y formación profesional, a todos los niveles;
- sistemas de IA destinados a ser utilizados para controlar y detectar comportamientos prohibidos de los estudiantes en los exámenes en el contexto de los centros de educación y formación profesional, a todos los niveles.

Según [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=OJ:L\\_202401689#anx\\_III](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401689#anx_III)

## Los modelos de IA de uso general

El RIA enmarca asimismo una nueva categoría de modelos denominados de uso general, especialmente en el **ámbito de la IA generativa**. Estos se definen por su capacidad para ser utilizados en un gran número de tareas (como los grandes modelos lingüísticos, o LLM, como los propuestos por Mistral AI u OpenAI), lo que dificulta su clasificación en las categorías anteriores.

Para esta categoría, el RIA establece varios niveles de obligación, que van desde unas **medidas mínimas de transparencia** y documentación (artículo 53) hasta una evaluación exhaustiva y la aplicación de **medidas para mitigar los riesgos sistémicos** que podrían entrañar algunos de estos modelos, en particular debido a su potencia.»

### Reglamento IA - Enfoque basado en el riesgo



(CNIL, 2024)

### Hacia un marco para el uso de la IA en la educación

Estos marcos jurídicos y éticos plantean cuestiones prácticas sobre cómo puede utilizarse la IA para enseñar y aprender. Como sucede en otros países, el Ministerio francés de Educación ha iniciado una serie de consultas a principios de 2025 para establecer un marco evolutivo para su uso.

(DNE-TN2, 2025).

Ejemplo de guía para docentes del mundo francófono: (Dirección de Desarrollo de la Cultura Digital - Subsecretaría de lo Digital y la Información, 2024)



## 3.3 Directrices de las instituciones internacionales

«Es fundamental comprender que los sistemas de IA no son magia. **Las personas diseñan, entrenan y dirigen la IA**, ya sean los que definen las políticas y estrategias de IA, los programadores de software que construyen los sistemas de IA, las personas que recopilan y clasifican los datos utilizados por estos sistemas o las personas que interactúan con ellos. Esto significa **que todas las partes interesadas en el ecosistema de desarrollo de tecnologías de IA deben comprender los principales retos** a los que se enfrentan para contribuir al uso responsable de la IA. Esto puede incluir **saber por qué y cómo se diseñó un sistema de IA, quién lo diseñó y con qué propósito.**» (UNICEF, 2021)

«Para un uso ético de la IA y los datos en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, **la Comisión Europea propone cuatro consideraciones clave** que deben integrarse:

- **acción humana y control humano:** capacidad de acción de los actores de la educación (profesores, alumnos, jefes de institución);
- **equidad:** imparcialidad, inclusión, no discriminación y distribución justa de los derechos y las responsabilidades;
- **humanidad:** consideración por las personas, su identidad, integridad y dignidad;
- **justificación de las decisiones, transparencia y explicabilidad:** uso de conocimientos, hechos y datos para justificar las elecciones colectivas en el entorno escolar, a través de modelos participativos y colaborativos de toma de decisiones.»

Según (Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura y Comisión Europea, 2022)

### 3.4 La diversidad de los retos éticos observada por la investigación

«Los retos éticos y críticos que plantea la IA en el ámbito educativo son múltiples y tienen diversos orígenes: uso **de datos masivos**, que pueden tener un impacto en **la vida privada** de los estudiantes y el personal escolar, producción por parte de empresas privadas en lugar de instituciones escolares, por la investigación en informática o en ciencias, tecnologías, ingeniería y matemáticas en lugar de ciencias educativas, **representatividad sesgada** por falta de diversidad en los equipos de diseño.»

Según (Collin & Marceau, 2021)

### 3.5 El reto de la explicabilidad

«En el ámbito educativo, hay dos categorías de usuarios que deben dominar el uso del entorno digital: los alumnos y los profesores. **La cuestión de la apropiación de los EIAH [entornos informáticos para el aprendizaje humano] por parte de los profesores es fundamental para que estas herramientas se utilicen más en la enseñanza.** Por lo tanto, es necesario diseñar sistemas que los profesores puedan adaptar para satisfacer sus necesidades. Para **ello, el profesor debe ser capaz de comprender las decisiones o recomendaciones del sistema de IA sobre sus alumnos**, para tener confianza en el sistema y, de alguna manera, “ser uno” con él para poder explicar el comportamiento combinado del dispositivo tal y como se ha implementado. Esto requiere una representación explícita de los conocimientos y los procesos de decisión. La cuestión de la explicabilidad debe tenerse en cuenta desde el diseño.»

(Asociación francesa para la inteligencia artificial, AFIA, 2022)

# 4. ¿Cuáles son los campos de aplicación?

## 4.1 Categorización y taxonomía

### Categorización propuesta por la Comisión Europea

Enseñanza	Apoyo al alumno	Apoyo al profesorado	Apoyo al sistema educativo
<ul style="list-style-type: none"><li>Entorno informático para el aprendizaje humano</li><li>Sistemas de tutoriales basados en el diálogo</li><li>Aplicaciones de ayuda al aprendizaje de idiomas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Entornos de aprendizaje exploratorio</li><li>Evaluación formativa de los escritos</li><li>Aprendizaje colaborativo asistido por IA</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Evaluación sumativa de los escritos, calificación</li><li>Identificación de palabras clave en los foros de alumnos</li><li>Asistentes pedagógicos basados en IA</li><li>Recomendación de recursos educativos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Exploración de datos educativos para la asignación de recursos</li><li>Diagnóstico de las dificultades de aprendizaje</li><li>Servicios de orientación</li></ul>

Según (Comisión Europea. Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura, 2022)

### Otra clasificación realizada por los grupos temáticos digitales:

- Sistemas adaptativos y personalizados (recomendación y selección de contenido, recursos), evaluación adaptativa y corrección automática.
- Robots de conversación y sistemas de tutoría inteligente, por ejemplo para la enseñanza de la iniciativa investigadora y científica (Cisel & Baron, 2019).
- Anticipación temprana, predicción y prevención del abandono escolar.
- Detección y corrección de problemas de aprendizaje.
- Uso de conocimientos generados por la investigación con IA (análisis de imágenes, anotación, clasificación, resumen/síntesis automáticas, procesamiento de datos masivos en corpus textuales o iconográficos).
- Usos administrativos.

Según (DNE-TN2, 2021) (DNE-TN2, 2022) (Lepage Alexandre, 2022) (Romero et al., 2021)

## Taxonomía según la revisión de la literatura (Holmes et al., 2022)

### Ayuda dirigida al estudiante

Sistemas inteligentes de tutoría (ITS)

Aplicaciones asistidas por IA (por ejemplo, matemáticas, texto a voz, aprendizaje de idiomas)

Simulaciones asistidas por IA (por ejemplo, aprendizaje basado en juegos, realidad virtual, realidad aumentada)

IA para ayudar a los alumnos con discapacidades

Escritura automática de ensayos (AEW)

Chatbots

Evaluación formativa automática (AFA)

Orquestadores de redes de aprendizaje

Sistemas de tutoría basados en el diálogo (DBTS)

Entornos de aprendizaje exploratorio (ELE)

Asistente de aprendizaje permanente asistido por IA

### Ayuda dirigida al profesorado

Detección de plagios

Tratamiento inteligente de materiales de aprendizaje

Supervisión en el aula

Evaluación sumatoria automática

Asistente de enseñanza de IA (incluido el asistente de evaluación)

Orquestación en el aula

### Ayuda dirigida a la institución

Admisiones (p. ej., selección de estudiantes)

Planificación de cursos, programación, horarios

Seguridad escolar

Identificación de abandonos y estudiantes en riesgo

Supervisión electrónica

Según (Holmes et al., 2022) traducción por (Bocquet, 2023)

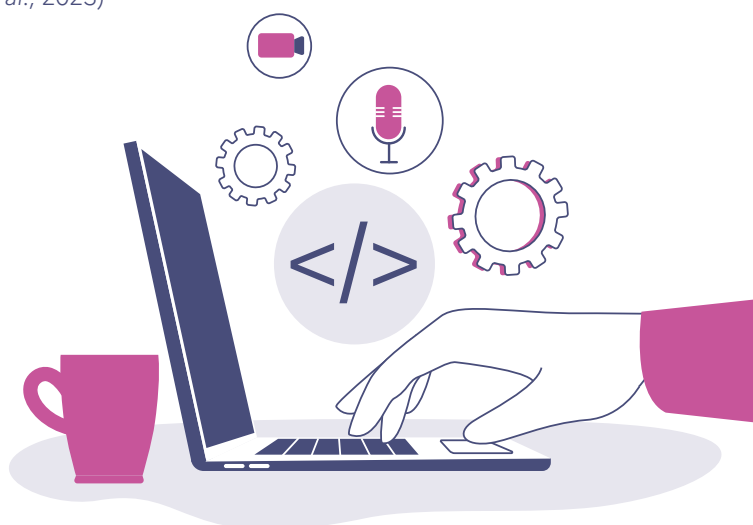
## 4.2 Qué aportaciones hay para la experiencia de aprendizaje?

«La inteligencia artificial (IA) cada vez desempeña un papel más importante en la educación. Un caso importante son **los sistemas de enseñanza personalizados** que ya están bien establecidos y **cada vez hay más pruebas de su eficacia para mejorar el aprendizaje** (VanLehn, 2011; Kulik & Fletcher, 2016; Steenbergen-Hu & Cooper, 2014, 2013; Ma, Adesope, Nesbit, & Liu, 2014; du Boulay, 2016). Los sistemas de IA en educación (AIED) también pueden hacer **un uso diverso y sofisticado de la IA para crear la interfaz que es tan importante para la experiencia de aprendizaje**. Por ejemplo, la interfaz puede usar **procesamiento y generación de lenguaje natural, interfaces de voz, avatares, análisis de vídeo del alumno** para juzgar su atención y emoción.»

(Khosravi et al., 2022)

«Usando algoritmos, **el aprendizaje puede ser adaptativo**. Al analizar los rastros de aprendizaje del alumno, como los resultados de los cuestionarios o de los datos de uso de un software, el sistema puede modificar su funcionamiento para adaptarse a la persona, sobre todo mediante **la selección del contenido y el nivel de dificultad**. Está empezando a ser posible analizar su comportamiento mediante sensores, algunos externos como una cámara y otros más intrusivos como una interfaz cerebro-ordenador. Este principio de adaptación es una de las claves de la pedagogía digital y se encuentra con mayor frecuencia en un contexto en el que también se persiguen **objetivos de ludificación**; el alumno entra, entonces, en un juego pedagógico con la máquina, a veces en colaboración con otros alumnos (Giraudon et al., 2020). El proyecto KidLearn (...) ofrece una actividad de aprendizaje cuyas múltiples variantes, que implican la adición o resta de números enteros o decimales, han sido diseñadas e implementadas por expertos en didáctica. Estas variantes se organizan en forma de un gráfico de dificultades crecientes, respetando el concepto de zona proximal de desarrollo (Vygotsky, 1978). Este concepto se basa en la idea de que, entre un ejercicio demasiado difícil que desalienta y un ejercicio demasiado fácil que aburre, existe un área óptima que maximiza el progreso del aprendizaje, medido, aquí, observando el rendimiento del alumno a lo largo del juego. Estos son los elementos que se integran en el algoritmo, que se adaptará automáticamente al aprendiz (Oudeyer et al., 2020).»

(Romero et al., 2023)



### Ejemplo de enseñanza adaptativa para el aprendizaje de la lectura y el francés

«Lalilo está desarrollando un asistente pedagógico para profesores de CP, CE1 y CE2 (educación primaria) para ayudarlos a **diferenciar su enseñanza de la lectura en función del progreso de cada alumno**, gracias a tecnologías de inteligencia artificial. El asistente es una plataforma en línea, con una interfaz de alumno y una interfaz de profesor. Se construye en colaboración con los/as profesores/as de primaria: la mejora de la plataforma es continua, teniendo en cuenta los comentarios de los profesores. (...)

**Un algoritmo de aprendizaje adaptativo:** El objetivo de Lalilo —ayudar a los niños a aprender a leer a su propio ritmo— se basa en un progreso pedagógico fijo, dividido en lecciones. Cada lección contiene varios “objetivos de aprendizaje”, que a su vez contienen una amplia gama de preguntas. Por ejemplo, la lección “vocal [a]” contiene dos objetivos de aprendizaje: “reconocer el grafema a” y “descodificar el fonema [a]”. (...) El sistema de aprendizaje adaptativo permite elegir el mejor ejercicio para un niño en un momento dado en función de su progreso y de los ejercicios realizados.»

(Gelin, 2022)

[Lalilo es uno de los proyectos ganadores de la asociación para la innovación en inteligencia artificial (P2IA) apoyada por el Ministerio Nacional de Educación y Juventud.]

## 4.3 IA y producción de conocimientos: el ejemplo de las humanidades digitales

«La lingüística de corpus y la semántica han evolucionado considerablemente gracias a los análisis de IA sobre la representación del conocimiento y el aprendizaje automático. Del mismo modo, muchos desarrollos han abierto **nuevas perspectivas para los estudios literarios**. A principios del milenio, bajo la presión de los editores (y no de los científicos), el término inglés *Humanities Computing*, que caracterizaba la investigación en la frontera de las humanidades en el sentido anglosajón, es decir, las **ciencias de la cultura**, se transformó en *Digital Humanities* (“humanidades digitales”). Este cambio de nombre significaba que las humanidades ya no estaban simplemente instrumentadas por el uso de ordenadores, sino que se transformaban convirtiéndose en digitales. Se ha hablado de un **“giro de cálculo”** para caracterizar esta evolución considerada como fundamental. La renovación que siguió fue muy exitosa. En todos los países, muchos equipos de investigación que trabajan en el campo de las humanidades clásicas, ya sea en historia, arqueología o literatura, han renovado sus enfoques en colaboración con informáticos.»

(Ganascia, 2022)

# 5. ¿Cuáles son las pistas de trabajo para formarse en IA y enseñarla?

## 5.1 CREIA, una comunidad de prácticas sobre la IA en la educación

«Creada en noviembre de 2023 por la Dirección del Departamento de Educación Digital (DNE), la **Comunidad de Reflexión y Prácticas en Educación sobre la Inteligencia Artificial (CREIA)** tiene como objetivo poner la innovación y la inteligencia artificial (IA) en el centro de las prácticas docentes y el pensamiento educativo. Desde el 30 de agosto de 2024, esta comunidad **está abierta a todos los miembros de la comunidad educativa.**

La CREIA destaca por su **trabajo colaborativo** y su planteamiento de **compartir de los recursos**. Favorece el intercambio de ideas y experiencias en el seno de una red de más de cien formadores procedentes de las delegaciones regionales del Departamento de Educación Digital y profesionales de la educación nacional.

Su objetivo es integrar la innovación y la inteligencia artificial en el centro de las actividades de enseñanza y formación.»

(DNE-TN2, 2024)



m@gistère

## 5.2 Marco de competencias de la alfabetización informacional de la IA

### Marcos de competencias en IA para profesores y estudiantes (UNESCO)

#### Marco de competencias de IA para docentes: aspectos y niveles de progresión

Aspectos	Progresión		
	Adquirir	Profundizar	Crear
1. Enfoque centrado en el ser humano	Capacidad humana para actuar	Responsabilidad humana	Responsabilidad social
2. Ética de la IA	Principios éticos	Uso seguro y responsable	Co-construcción de las normas éticas
3. Fundamentos y aplicaciones de la IA	Técnicas y aplicaciones básicas de la IA	Técnicas de aplicación	Creación con IA
4. Pedagogía e IA	Enseñanza asistida por IA	Integración de la IA en la educación	Transformación pedagógica gracias a la IA
5. Desarrollo profesional e IA	Facilitar el aprendizaje permanente	Reforzar el aprendizaje organizativo	Apoyar la transformación profesional

#### Marco de competencias de IA para estudiantes

Competencias	Progresión		
	Comprender	Aplicar	Crear
Enfoque centrado en el ser humano	Capacidad humana para actuar	Responsabilidad humana	Ciudadanía en la era de la IA
Ética de la IA	Ética incorporada	Uso seguro y responsable	Ética desde el diseño
Técnicas y aplicaciones de la IA	Fundamentos de la IA	Técnicas de aplicación	Creación de herramientas de IA
Diseño de sistemas de IA	Definición de problemas	Diseño de arquitecturas	Iteraciones y circuitos de retroalimentación

(Miao & Cukurova, 2024; Miao & Shiohira, 2024)

## Marco de competencias propuesto por (Long y Magerko, 2020)

### 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 d'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», 11 toma de decisiones, diversidad, parcialidad, transparencia y responsabilidad.

### 17. Programabilidad

Comprender que los agentes son programables.

Según (Long y Magerko, 2020) citado por (UNESCO, 2022)

## 5.3 Un tema importante: ciudadanía, pensamiento crítico, IME y formación en IA

«La IA concierne a todos los ciudadanos, primero porque está cada vez más presente en todos los sectores de la sociedad y, segundo, porque **es necesario entenderla para participar en los debates éticos** que genera. **Es normal cuestionar la relevancia de confiar a los algoritmos tareas que conducen a decisiones cruciales.** (...) El MOOC [“inteligencia artificial con inteligencia” de Inria] adopta un enfoque divertido y experiencial para la enseñanza.»

(Romero *et al.*, 2023)

«La alfabetización mediática e informacional [AME] ha sido a menudo legitimada por su papel en la promoción de la ciudadanía. Aumenta el poder de la acción cívica y promueve el uso ético de los medios y la información, para una mejor participación en los asuntos sociales (...). (...) Los cambios provocados por la IA [generativa] requieren que los trabajadores adquieran nuevas habilidades digitales a través de la formación continua y el aprendizaje a lo largo de toda la vida. Un pensamiento crítico, cívico y creativo inadecuado puede ser una barrera para mantener a las personas pobres o marginadas.»

(Frau-Meigs, 2024)

## Respuesta generada por DeepSeek v3 (03/01/25)

### Instrucción (prompt)

Se debe elaborar una propuesta de trayectoria para un formador en educación digital. En el contexto de la educación escolar en Francia, proponer, en forma de tabla, un módulo de formación de unas tres horas de iniciación a la inteligencia artificial para la enseñanza y el aprendizaje dirigido a los profesores (de Primaria y Secundaria).

Este módulo debe presentar, por ejemplo, y sin limitarse a los orígenes de la IA, las definiciones básicas, los retos para la educación (personal docente y directivo), así como los aspectos legales y éticos y ejemplos de aplicación académica.

El orden de los contenidos puede modificarse y debe proponerse en la respuesta. Pueden presentarse varias opciones para la secuencia del contenido. A continuación, el formador realizará una elección adaptada a las necesidades de los docentes en función de su nivel de conocimiento del tema. El contenido debe incluir obligatoriamente los últimos avances tecnológicos y el estado de la investigación sobre el tema.

### Respuesta

Esta es una propuesta de curso de formación para un formador sobre educación digital, estructurada en forma de tabla. Este módulo de tres horas está diseñado para introducir al profesorado de Primaria y Secundaria a la inteligencia artificial (IA) en un contexto educativo. Es modular y puede adaptarse al nivel de conocimientos de los participantes.

### Módulo de formación: Introducción a la IA para la enseñanza y el aprendizaje

Duración	Tema	Contenido detallado	Formato	Opciones de curso
0h00 - 0h15	<b>Introducción: ¿Qué es la IA?</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación de los objetivos de la formación.</li><li>• Definición de IA: aprendizaje automático, aprendizaje profundo, redes neuronales.</li><li>• Orígenes históricos de la IA (desde 1950 hasta hoy).</li><li>• Estado actual de la investigación y desarrollos recientes (GPT, modelos generativos, etc.).</li></ul>	Presentación interactiva con soporte visual (diapositivas, vídeos cortos).	<b>Opción 1:</b> Empezar con definiciones y orígenes.  <b>Opción 2:</b> Empezar con una demostración práctica para generar interés.
0h15 - 0h45	<b>Los retos de la IA para la educación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Impacto en los métodos de enseñanza y aprendizaje.</li><li>• Personalización de los itinerarios educativos gracias a la IA.</li><li>• El papel de la IA en la evaluación y la retroalimentación.</li><li>• Ejemplos concretos: herramientas de apoyo a la escritura, tutores inteligentes, análisis de datos educativos.</li></ul>	Presentación + debate con los participantes.	<b>Opción 1:</b> Profundizar en los retos educativos.  <b>Opción 2:</b> Incluir un debate sobre temores y oportunidades.
0h45 - 1h15	<b>Aplicaciones de la IA en las escuelas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación de herramientas y plataformas que utilizan IA:<ul style="list-style-type: none"><li>– ChatGPT y otros asistentes conversacionales;</li><li>– plataformas adaptativas (p. ej.: Khan Academy, Lalilo);</li><li>– herramientas de detección del plagio;</li><li>– aplicaciones para alumnos con necesidades especiales (p. ej.: DYS).</li></ul></li><li>• Demostración práctica de una herramienta.</li></ul>	Demostración + taller práctico (utilizando una herramienta).	<b>Opción 1:</b> Centrado en herramientas adaptativas.  <b>Opción 2:</b> Centrado en asistentes conversacionales.

Duración	Tema	Contenido detallado	Formato	Opciones de curso
1h15 - 1h45	<b>Aspectos legales y éticos en torno a la IA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de datos personales (RGPD).</li> <li>• Cuestiones de parcialidad e imparcialidad algorítmica.</li> <li>• Transparencia y responsabilidad de los sistemas de IA.</li> <li>• Impacto en la autonomía y la creatividad del alumnado.</li> <li>• Debate: ¿cómo regular el uso de la IA en el aula?</li> </ul>	Presentación + debate en grupo.	<p><b>Opción 1:</b> Profundizar en los aspectos legales.</p> <p><b>Opción 2:</b> Centrarse en los aspectos éticos.</p>
1h45 - 2h15	<b>Integrar la IA en la práctica docente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escenarios de enseñanza con IA: <ul style="list-style-type: none"> <li>– creación de materiales didácticos;</li> <li>– ayuda a la diferenciación educativa;</li> <li>– utilización de la IA en proyectos interdisciplinares;</li> <li>– intercambio de experiencias entre los participantes.</li> </ul> </li> </ul>	Trabajo en grupos pequeños + retro-alimentación.	<p><b>Opción 1:</b> Ofrecer escenarios llave en mano.</p> <p><b>Opción 2:</b> Dejar que los participantes creen sus propios escenarios.</p>
2h15 - 2h45	<b>Límites y perspectivas de la IA en la educación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los límites tecnológicos actuales de la IA.</li> <li>• Competencias que deben desarrollar profesorado y alumnado.</li> <li>• Perspectivas de futuro: IA y metaversos, realidad aumentada, etc.</li> <li>• Debate abierto sobre temores y oportunidades.</li> </ul>	Presentación + debate abierto.	<p><b>Opción 1:</b> Hacer hincapié en los límites.</p> <p><b>Opción 2:</b> Explorar las perspectivas de futuro.</p>
2h45 - 3h00	<b>Conclusión y evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resumen de los puntos clave.</li> <li>• Evaluación del curso (cuestionario o meda redonda).</li> <li>• Recursos para profundizar (artículos, libros, formación en línea).</li> </ul>	Debate + cuestionario.	<p><b>Opción 1:</b> Evaluación escrita.</p> <p><b>Opción 2:</b> Evaluación oral en forma de mesa redonda.</p>

### Opciones generales de curso:

#### 1. Curso progresivo:

- Definiciones y orígenes → Aspectos educativos → Aplicaciones prácticas → Aspectos legales y éticos → Integración pedagógica → Perspectivas.  
*Adecuado para principiantes.*

#### 2. Curso práctico:

- Demostración de herramientas → Aplicaciones escolares → Integración pedagógica → Aspectos educativos y éticos → Perspectivas.  
*Adecuado para profesorado ya familiarizado con la IA.*

#### 3. Curso reflexivo:

- Aspectos legales y éticos → Límites y perspectivas → Aplicaciones escolares → Integración pedagógica.  
*Adaptado a profesorado interesado en los aspectos críticos de la IA.*

### Recursos adicionales:

- **Vídeos:** Canales de YouTube de divulgación científica.
- **Artículos:** Publicaciones recientes sobre IA en educación (por ejemplo, informes de la UNESCO, artículos de investigación).
- **Herramientas:** Lista de herramientas de IA gratuitas o accesibles para los docentes (por ejemplo, ChatGPT, Canva AI, Quizizz).

Este módulo está diseñado para ser flexible y adaptarse a las necesidades del profesorado, al tiempo que incorpora los últimos avances tecnológicos y los retos actuales de la IA en la educación. El formador puede adaptar el curso al perfil de los participantes y a sus expectativas.

## Respuesta de Le Chat de Mistral (06/01/25)

### Instrucción (prompt)

Se debe elaborar una propuesta de trayectoria para un formador en educación digital. En el contexto de la educación escolar en Francia, proponer, en forma de tabla, un módulo de formación de unas tres horas de iniciación a la inteligencia artificial para la enseñanza y el aprendizaje dirigido a los profesores (de Primaria y Secundaria). Este módulo debe presentar, por ejemplo, y sin limitarse a los orígenes de la IA, las definiciones básicas, los retos para la educación (personal docente y directivo), así como los aspectos legales y éticos y ejemplos de aplicación académica.

El orden de los contenidos puede modificarse y debe proponerse en la respuesta. Pueden presentarse varias opciones para la secuencia del contenido. A continuación, el formador realizará una elección adaptada a las necesidades de los docentes en función de su nivel de conocimiento del tema. El contenido debe incluir obligatoriamente los últimos avances tecnológicos y el estado de la investigación sobre el tema.

### Respuesta

A continuación se propone un módulo de formación de tres horas sobre inteligencia artificial (IA) para docentes de Primaria y Secundaria. Este módulo incorpora los últimos avances tecnológicos y las investigaciones más recientes sobre el tema.

#### Opción 1: Desarrollo lineal

Duración	Contenido	Descripción
0:15	<b>Introducción</b>	Presentación del formador y de los objetivos del módulo. Mesa redonda para conocer las expectativas y el nivel de conocimientos de los participantes.
0:30	<b>Orígenes y definiciones de la IA</b>	Historia de la IA, definiciones básicas y conceptos clave (aprendizaje automático, aprendizaje profundo, etc.).
0:30	<b>Retos para la educación</b>	Impacto de la IA en los métodos de enseñanza, personalización del aprendizaje y herramientas EdTech basadas en IA.
0:30	<b>Aspectos legales y éticos</b>	Cuestiones de confidencialidad de datos, sesgos algorítmicos y normativa vigente. Debate sobre la ética del uso de la IA en la educación.
0:30	<b>Aplicaciones escolares</b>	Ejemplos concretos de uso de la IA en las escuelas: asistentes virtuales, plataformas de tutoría y herramientas de gestión administrativa.
0:15	<b>Conclusión y preguntas y respuestas</b>	Resumen de los puntos clave, debate abierto y respuestas a las preguntas de los participantes.

#### Opción 2: Desarrollo temático

Duración	Contenido	Descripción
0:15	<b>Introducción</b>	Presentación del formador y de los objetivos del módulo. Mesa redonda para conocer las expectativas y el nivel de conocimientos de los participantes.
0:45	<b>Tema 1: Fundamentos de la IA</b>	Orígenes de la IA, definiciones básicas y conceptos clave. Debate sobre los avances recientes en IA y aprendizaje automático.
0:45	<b>Tema 2: La IA en la educación</b>	Retos educativos, herramientas EdTech y aplicaciones prácticas. Casos prácticos sobre la integración de la IA en las escuelas.
0:45	<b>Tema 3: Aspectos legales y éticos</b>	Confidencialidad de los datos, sesgos algorítmicos y normativa. Debate sobre las implicaciones éticas del uso de la IA en la educación.
0:15	<b>Conclusión y preguntas y respuestas</b>	Resumen de los puntos clave, debate abierto y respuestas a las preguntas de los participantes.

### Opción 3: Desarrollo interactivo

Duración	Contenido	Descripción
0:15	Introducción	Presentación del formador y de los objetivos del módulo. Mesa redonda para conocer las expectativas y el nivel de conocimientos de los participantes.
0:30	Taller 1: Descubrimiento de la IA	Actividades interactivas para comprender los fundamentos de la IA. Uso de herramientas en línea para experimentar con algoritmos sencillos.
0:30	Taller 2: IA y educación	Presentación de herramientas EdTech y debate sobre cómo pueden integrarse en las prácticas docentes. Casos prácticos y comentarios.
0:30	Taller 3: Aspectos legales y éticos	Juegos de rol y debates sobre los aspectos éticos y legales de la IA. Análisis de situaciones reales y propuestas de soluciones.
0:30	Taller 4: Aplicaciones prácticas	Demostraciones de aplicaciones prácticas de IA en las escuelas. Debate sobre las mejores prácticas y los retos.
0:15	Conclusión y preguntas y respuestas	Resumen de los puntos clave, debate abierto y respuestas a las preguntas de los participantes.

Estas opciones pueden adaptarse a las necesidades específicas de los docentes y a su nivel de conocimiento de la IA.

## 5.4 Formación en IA y prevención del abandono escolar

«La **Scientoteque** es una asociación sin ánimo de lucro que se encuentra en el Experimentarium, museo de Física de la Universidad Libre de Bruselas. Desde su fundación en 2001, su principal misión ha sido contribuir a reducir las desigualdades sociales. Dos hechos llevaron a la creación de la asociación: por un lado, el mayor riesgo de abandono escolar y la dificultad de acceso a la educación superior para los jóvenes de entornos desfavorecidos (Coslin, 2012) y, por otro, el desinterés por los estudios científicos por parte del público femenino. Además, se ha demostrado que es menos obvio atraer a las niñas a proyectos científicos o tecnológicos (Blanchard, 2021). (...) Se ofreció una selección de actividades a dos grupos de jóvenes de 10-12 años durante el año escolar 2020-2021 en **talleres extraescolares semanales** en el Institut des Ursulines de Koekelberg. Este proyecto, financiado por la región de Bruselas-Capital, tenía como objetivo reducir el abandono escolar de estudiantes que vivían en barrios desfavorecidos. A lo largo de las sesiones, los jóvenes pudieron, a través de un **enfoque lúdico y colaborativo**, descubrir la historia de las máquinas, establecer conexiones con la inteligencia biológica, comprender lo que hay detrás de la palabra “algoritmo”, observar y programar robots Thymio, aprender a programar en la plataforma Scratch y debatir las consecuencias de la IA en la sociedad.»

(Romero *et al.*, 2023)

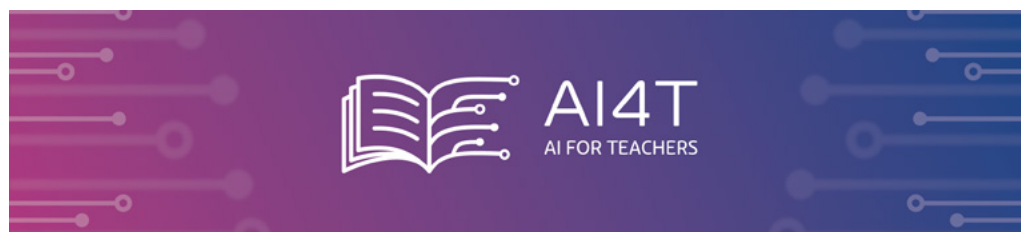
## 5.5 El proyecto europeo «AI4T»: Mooc «Inteligencia artificial para y por los profesores»

**Formar al personal docente y directivo sobre inteligencia artificial y su contribución a la educación:**

<https://eduscol.education.fr/2643/intelligence-artificielle-et-education-les-ressources-de-formation-du-projet-europeen-ai4t>

El objetivo de este curso es **ayudar a los profesores y al conjunto de la comunidad educativa a comprender la IA en general**, sus usos, tecnologías y limitaciones, y a guiarlos hacia un uso inteligente de las herramientas basadas en la IA en el contexto educativo.

Cada módulo incluye vídeos, textos, actividades, cuestionarios y acceso al foro para compartir sus experiencias e interactuar con el equipo de aprendizaje y los demás participantes. El recorrido completo puede completarse en dos o tres horas.



Este MOOC se ha desarrollado y experimentado con profesores y jefes de centros educativos como parte del **proyecto europeo AI4T, que reúne a cinco países: Francia, Italia, Irlanda, Luxemburgo y Eslovenia.**



En este contexto, los contenidos se desarrollaron con los cinco ministerios de educación involucrados en el proyecto y, en particular, con la MENJ (Dirección de Tecnologías Digitales para la Educación), coordinada por France Éducation International.

Acceso al MOOC en francés a través de la plataforma FUN: <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/intelligence-artificielle-pour-et-par-les-enseignants-ai4t/>

El MOOC va acompañado de un manual abierto AI4T (Open TextBook) a través de la cátedra UNESCO RELIA: <https://chaireunescorelia.univ-nantes.fr/2023/11/16/le-manuel-ouvert-ai4t-en-route-pour-la-deuxieme-edition/>

<https://pressbooks.pub/iapourlesenseignants>



# 6 El cambio en los sistemas de IA generativa y los grandes modelos de lenguaje

## 6.1 El desarrollo de la IA generativa

### Presentación general

«Antes de 2014, todos los modelos de aprendizaje profundo existentes eran principalmente descriptivos, centrándose en el resumen o los esquemas y las relaciones de datos existentes. El objetivo de estos modelos era explicar los patrones de datos y predicciones basados en la información presente. Sin embargo, (Goodfellow et al., 2014) introdujeron la **Generative Adversarial Network (GAN)**, lo que abrió una nueva era de la inteligencia artificial generativa (GAI). A diferencia de sus homólogos descriptivos, los modelos generativos, como los GAN, están diseñados para aprender la distribución de probabilidad subyacente de los datos. Su objetivo principal es **generar nuevas muestras de datos que se asemejen estrechamente a los modelos observados en los datos de aprendizaje**. El avance de la GAN marcó una disrupción significativa de los métodos tradicionales de aprendizaje profundo, abriendo interesantes posibilidades para la inteligencia artificial generativa. Desde entonces, la inteligencia artificial generativa ha atraído mucha atención debido a su **impacto transformador** en diversas áreas de la vida. Ofrece soluciones elegantes a problemas complejos, lo que permite crear datos sintéticos, contenido artístico e imágenes realistas. Este cambio de paradigma en la tecnología de IA ha influido profundamente en la nueva percepción, la implementación y uso de la inteligencia artificial, impulsando la innovación y nuevas posibilidades de aplicación en todos los sectores. (...) El trabajo innovador de Vaswani et al. **“Attention Is All You Need”** [2017] del equipo de Google Brain presentó **un modelo de transformador [Transformer]** capaz de analizar conjuntos de datos a gran escala. [Este modelo] se desarrolló inicialmente para el procesamiento natural (NLP), pero después se adaptó a otras áreas del aprendizaje automático, como la visión por ordenador. (...) Por lo tanto, la solución propuesta ofrecía una nueva forma de gestionar tareas como la traducción, la generación de contenido y el análisis emocional.»

(Bengesi et al., 2023)

«En los últimos dos años, se han publicado **numerosos modelos generativos importantes** como ChatGPT o Stable Diffusion. En concreto, estos modelos son capaces de realizar tareas como un sistema general de preguntas y respuestas o la creación automática de imágenes artísticas **que revolucionan varios sectores**. Por lo tanto, las implicaciones que estos modelos generativos tienen en la industria y la sociedad son considerables, ya que se pueden transformar varias tareas laborales.

Por ejemplo, la IA generativa puede convertir de forma eficaz y creativa texto en imágenes, como el modelo DALLE-2; texto en imágenes 3D, como el modelo Dreamfusion; imágenes en texto, como el modelo Flamingo; texto en vídeo, como el modelo Phenaki; texto en audio, como el modelo AudioLM; texto en otro texto, como ChatGPT; texto en código, como el modelo Codex; textos en textos científicos, como el modelo Galactica, o incluso crear algoritmos como AlphaTensor.»



La **IA generativa** se refiere a las tecnologías de IA basadas en datos masivos (un conjunto de Wikipedia, Github, redes sociales, imágenes de Google, etc.) **que pueden generar contenido nuevo** (texto, imagen, audio y vídeo) de forma aleatoria a partir de información de entrada (o “prompt”) introducida por el usuario.

Los **modelos de IA generativa** (redes neuronales profundas, *transformers* y otros modelos, como las redes antagonistas generativas [GAN: *generative adversarial networks*]) que se han multiplicado principalmente desde 2022, se pueden dividir de acuerdo con la siguiente taxonomía:

- Texto a imagen (p. ej., DALL-E 2 de OpenAI);
- Texto con representaciones en 3D (p. ej. Dreamfusion de Google Research);
- Imagen a texto (p. ej., Flamingo de Deepmind);
- Texto en vídeo (p. ej., Phenaki de Google Research);
- Texto a audio (Jukebox de OpenAI);
- Texto a texto (por ejemplo, ChatGPT de OpenAI);
- Texto a código (p. ej., OpenAI Codex);
- Texto con fórmula científica (p. ej., Galactica de Meta AI);
- Otros modelos.

Según (Gozalo-Brizuela y Garrido-Merchan, 2023) [Traducción]

## Los modelos de fundación

«Un modelo de fundación (*Foundation Model*), denominación introducida por la Universidad de Stanford, es un modelo de gran tamaño basado en una arquitectura de red neuronal profunda, entrenado en una gran cantidad de datos sin anotaciones (normalmente mediante aprendizaje autosupervisado). Los grandes modelos de lengua (LLM, por *Large Language Model*) son casos particulares de modelos de fundación que se entrenan con un corpus de textos. Estos modelos de fundación abren **nuevas perspectivas e introducen un nuevo paradigma en el procesamiento del lenguaje, pero también en el procesamiento de señales multimodales** (sonido, imagen, vídeo, etc.). Estos modelos pre-entrenados con corpus voluminosos se pueden optimizar para realizar una nueva aplicación utilizando pocos datos adicionales específicos para dicha tarea.»

(CNPEN, 2023)

## 6.2 Los grandes modelos de lenguaje y la nueva generación de agentes de conversación

### ¿Cómo funcionan los grandes modelos de lenguaje?

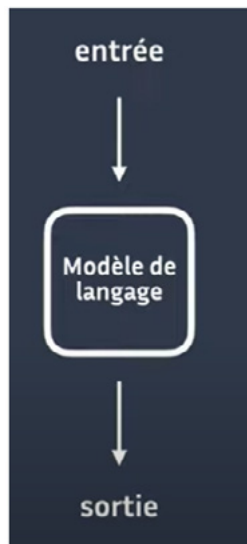
El principio de los modelos de lenguaje (o LLM: *Large Language Models*) **no es nuevo**: este tipo de algoritmo ya está presente a diario con **los asistentes de redacción de mensajes** instantáneos. Su función consiste **en predecir la siguiente palabra** a partir de una instrucción («*prompt*») introducida por el usuario. La **fase de entrenamiento** permite ajustar los parámetros internos a partir de datos textuales procedentes de la web (no verificados). Una gran cantidad de datos y parámetros permite mejorar el rendimiento de la predicción. Sin embargo, no se puede hablar de «comprensión» ni de «personalidad» del algoritmo, se trata en primer lugar de **respuestas producidas a partir de regularidades estadísticas**. Además, estos modelos pueden producir «**alucinaciones**», inventando información falsa, lo que requiere la mayor atención por parte del usuario. Actualmente, los modelos de lenguaje más potentes son propiedad de grandes empresas, que comunican muy poco sobre sus datos de entrenamiento.

Según (Inria Flowers, 2023a)

Véase también (Inria Flowers, 2023b) sobre el «prompting»: «hacer que un modelo de lenguaje realice una determinada tarea (...) explicándole esta tarea mediante frases en lenguaje natural.» Se presentan dos métodos: «explicar la tarea en lenguaje natural y dar ejemplos de realización de la tarea.»

### Funcionamiento de un gran modelo de lenguaje y *prompting*

#### Instrucción (*prompt*)



#### Respuesta

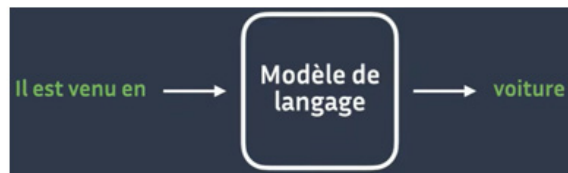
Según (Inria Flowers, 2023)

Acceso a todos los vídeos de Inria Flowers:

[https://developmentalsystems.org/chatgpt\\_5\\_minutes/fr/](https://developmentalsystems.org/chatgpt_5_minutes/fr/)

Nota: estos vídeos forman parte del proyecto AI4T (véase la página 43).

#### Principio básico: predicción de palabras



## El «cambio de ChatGPT»: orígenes y base tecnológica

En esta categoría de IA generativas, la aplicación ChatGPT, abierta al público por la empresa OpenAI desde el 30 de noviembre de 2022, representa una **nueva generación de agentes de conversación** (*chatbot* en inglés), «agente que dialoga con un usuario con el fin de realizar una búsqueda, encontrar una respuesta a su pregunta o incluso practicar en una disciplina determinada.» (CSEN y DNE-TN2, 2022). Debido al rendimiento mostrado, es obviamente un **«salto cualitativo»** en las tecnologías de procesamiento automático del lenguaje (TAL) — o **análisis del lenguaje natural (NLP)** (Boisson y DNE-TN2, 2023).

Este **«prototipo de agente conversacional (...)**, un modelo de lenguaje perfeccionado utilizando técnicas de aprendizaje supervisado y aprendizaje mediante refuerzo» («ChatGPT», 2023), basado en una inteligencia artificial generativa, capaz de generar textos a la demanda o código informático a partir de preguntas de lenguaje natural, es una **aplicación patentada desarrollada** a partir de una optimización del modelo algorítmico GPT 3.5.

«El GPT-3 es más importante que el GPT-2, con 175 000 millones de parámetros. Para tener una idea más precisa de la dimensión de este algoritmo, los datos de Wikipedia, que incluyen aproximadamente 6 millones de artículos, solo representan el 0,06 % de los datos generados por el GPT-3.»

(Boa Sorte et al., 2021)

**Las tecnologías que conforman ChatGPT** se pueden resumir de la siguiente manera:

- se trata de un **«modelo de lenguaje ampliado**, un tipo de inteligencia artificial que utiliza el aprendizaje profundo (una forma de aprendizaje automático) para procesar y generar textos en lenguaje natural (...) [Este tipo de modelo está] formado en **grandes cantidades de datos textuales, lo que le permite aprender los matices y las complejidades del lenguaje humano»** (según (Susnjak, 2022) [traducción]);
- su denominación resulta de una contracción entre «chat» (conversación) y «GPT» [*Generative Pre-trained Transformer*], que es un «modelo de transducción de lenguaje predictivo» (transducción: transformación de un dato representado en una forma en un dato representado en otra forma);
- su algoritmo basado en un **«transformer»** (Vaswani et al., 2017) corresponde a un modelo de arquitectura de red de neuronas que utiliza **el mecanismo de autoatención que permite establecer relaciones entre las palabras y determinar el significado de una palabra en función del contexto**, centrándose en las palabras más relevantes, permitiendo así acercarse de forma creíble al lenguaje natural;
- funciona según **un modelo de predicción de palabras**, a partir de instrucciones/ consignas o «*prompts*» del usuario en lenguaje natural, combinando en su fase de entrenamiento aprendizaje por refuerzo y aprendizaje supervisado a partir de retroalimentaciones humanas;
- por lo tanto, es importante recordar que, como cualquier tecnología de IA, los textos producidos se generan y **refuerzan a partir de acciones y trabajo humanos** (desde las personas que diseñan el algoritmo hasta las que identifican, verifican los datos o interactúan con el programa).

La base tecnológica de ChatGPT es el resultado de: **«una combinación de dos modelos: un modelo lingüístico** (cuyas referencias se detienen en 2021), GPT, un modelo gigante de predicción de texto y un modelo enciclopédico, y un **modelo conversacional** (que se afina en función de los comentarios de los usuarios), InstructGPT, una versión “rectificada” de GPT-3 a partir de la anotación de textos generados.»

También es el resultado de «una serie **de capas de investigación lingüística e informática:**

- **la estadística semántica**, con el concepto de “ventana contextual” (el sentido procede de la posición relativa de las palabras entre sí);
- **la vectorización de palabras** (*word embedding* o inmersión lexical) que permite caracterizar una palabra dentro de espacios contextuales en función de las palabras vecinas;
- **las redes de neuronas** para reconocer las relaciones sintácticas y semánticas precisas entre las palabras y gestionar las transferencias lingüísticas (las respuestas a las instrucciones de los usuarios pueden basarse en un espacio semántico multilingüe).
- los **modelos transformers** (2017) basados en el mecanismo de atención y que modelizan las fórmulas sintácticas;
- el desarrollo **de los grandes modelos de lenguaje**, a partir de 2018 con BERT (Google) y después GPT-2 y 3 (OpenAI).»

Según (Langlais, 2023)

El 14 de marzo de 2023, OpenAI anunció la actualización de su modelo con el lanzamiento de **GTP-4** (servicio de pago hasta la fecha o disponible en la nueva versión del motor de búsqueda de Bing): “**modelo multimodal** a gran escala que puede aceptar entradas de imagen y texto y producir salidas de texto. Aunque es menos capaz que los humanos en muchos escenarios del mundo real, GPT-4 tiene un rendimiento de nivel humano en varios criterios profesionales y académicos, como aprobar un examen simulado del colegio de abogados con una puntuación próxima al 10 % de los mejores candidatos.» (OpenAI, 2023)

En mayo de 2024 se publicó el modelo **GPT-4o** («omnimodelo»), que incorpora un modo de interacción vocal en tiempo real capaz de adaptarse a las señales emocionales del interlocutor.

### Ejemplos de grandes modelos lingüísticos (noviembre de 2024) en Francia y en el extranjero

Nombre del modelo	Entidad	Año de creación	Ubicación geográfica	Enlace
BLOOM Proyecto BigScience	Hugging Face	2022	Francia/EE. UU.	<a href="https://huggingface.co/bigscience/bloom">https://huggingface.co/bigscience/bloom</a>
ChatGPT GPT-4o	Open AI	2024	EE. UU.	<a href="https://chatgpt.com/">https://chatgpt.com/</a>
Claude 3	Anthropic	2024	EE. UU.	<a href="https://claude.ai/">https://claude.ai/</a>
Gemini	Google	2023	EE. UU.	<a href="https://gemini.google.com/app">https://gemini.google.com/app</a>
Le Chat	Mistral	2024	Francia	<a href="https://chat.mistral.ai/chat">https://chat.mistral.ai/chat</a>
Llama 2	Meta	2024	EE. UU.	<a href="https://www.llama.com/">https://www.llama.com/</a>
Moshi	Kyutai	2024	Francia	<a href="https://moshi-ai.com/fr">https://moshi-ai.com/fr</a>
Perplexity	Perplexity	2022	EE. UU.	<a href="https://www.perplexity.ai/">https://www.perplexity.ai/</a>

## Criterios de código abierto OSI para los modelos de fundación recientes

Modelo	Licencia	Acceso a los pesos del modelo	Redistribución y modificación libres	Sin restricciones de uso comercial	Sin restricciones para usos no éticos	Código abierto según la definición de la OSI
BigScience Bloom	Bloom	✓	✓	✓	✗	✗
Google Gemini	Condiciones de uso de la IA generativa de Google	✗	✗	✗	✗	✗
Meta Llama2	Llama2	✓	✓	✗	✗	✗
Microsoft Orca2	Microsoft Research	✓	✗	✗	✗	✗
OpenAI GPT-4	Condiciones de uso de OpenAI	✗	✗	✗	✗	✗
TII Falcon	Falcon	✓	✓	✗	✗	✗
Anthropic Claude	Condiciones de uso de Anthropic	✗	✗	✗	✗	✗
Mixtral 8x7B	Apache 2.0	✓	✓	✓	✓	✓
Mistral Large	Condiciones de uso de Mistral	✗	✗	✗	✗	✗

(Centro de Competencia en Regulación Digital, 2024)

Ir al «[Comparador de apertura de modelos de IAG](https://www.peren.gouv.fr/compare-os-iag)»:

<https://www.peren.gouv.fr/compare-os-iag>

## El reto de la alineación de los LLM

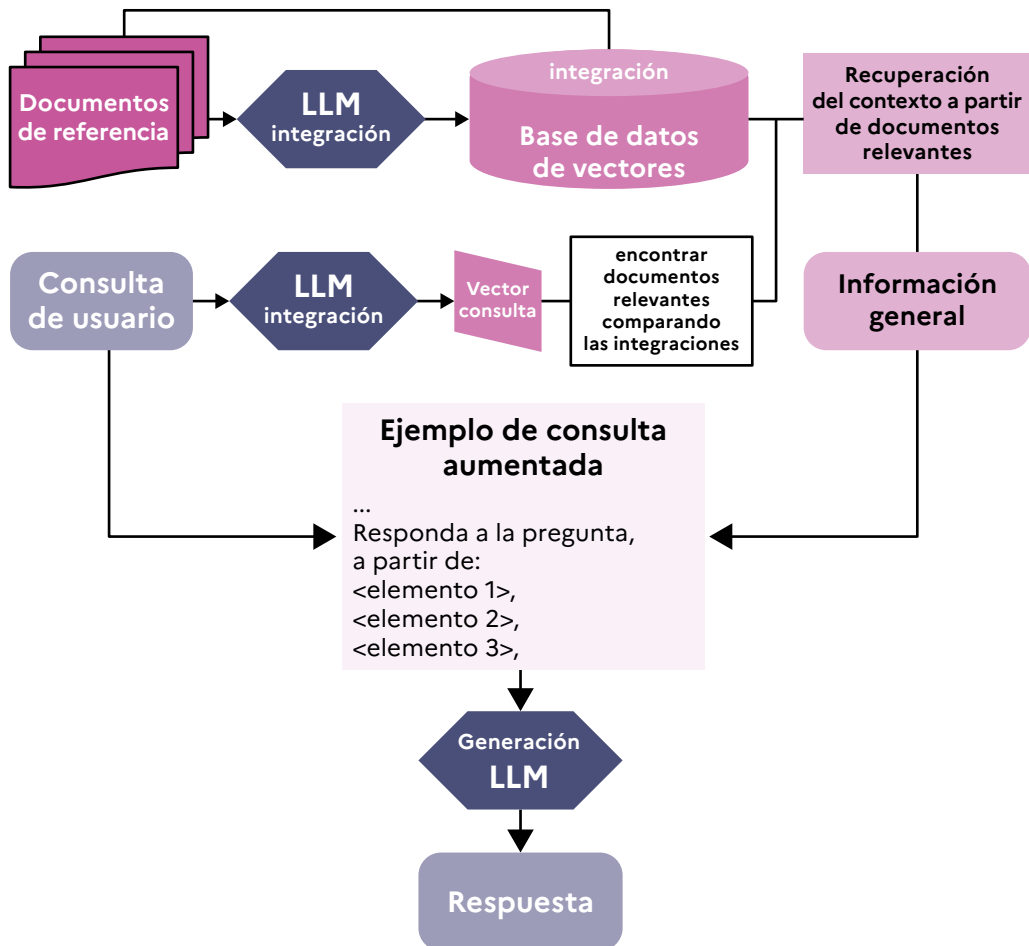
«En las últimas décadas, **el preentrenamiento de los LLM mediante el aprendizaje autosupervisado** ha experimentado avances significativos. Estas mejoras se han visto impulsadas por el desarrollo de transformadores decodificadores de mayor tamaño, el uso de billones de tokens y la paralelización de los cálculos en varias GPU. Tras la fase de preentrenamiento, se utilizó el ajuste de instrucciones para guiar a los LLM en su respuesta a las consultas humanas. A pesar de estos avances, sigue existiendo un problema crítico: **los LLM pueden generar respuestas no deseadas**, como instrucciones sobre cómo cometer actividades ilegales. Para mitigar este riesgo, resulta esencial **alinear los LLM con los valores humanos. El aprendizaje por refuerzo a partir de la retroalimentación humana (RLHF)** ha surgido como una técnica revolucionaria para alinear los LLM. Este enfoque ha permitido desarrollar potentes modelos como GPT-4, Claude y Gemini.»

(Wang et al., 2024)

## La RAG: la generación mejorada por recuperación

«Un problema común [con los LLM] es la **generación de información incorrecta o “alucinaciones”** [Zhang et al., 2023b], en particular cuando las consultas superan los datos de entrenamiento del modelo o requieren información actualizada. Estas deficiencias ponen de manifiesto la imposibilidad de desplegar los LLM como soluciones de **caja negra** en entornos de producción reales sin garantías adicionales. Un enfoque prometedor para mitigar estas limitaciones es la **generación mejorada por recuperación (RAG)**, que integra la **recuperación de datos externos en el proceso generativo**, mejorando así la capacidad del modelo para proporcionar respuestas precisas y relevantes. La RAG, introducida por Lewis et al. [Lewis et al., 2020] a mediados de 2020, representa un paradigma en los LLM, mejorando las tareas generativas. En concreto, la RAG implica un paso de búsqueda inicial en el que **los LLM consultan una fuente de datos externa para obtener información relevante** antes de responder a preguntas o generar texto. Este proceso no solo informa a la siguiente fase de generación, sino que también garantiza que las respuestas se basen en la evidencia recuperada, mejorando significativamente la precisión y relevancia del resultado.»

(Gao et al., 2024)



Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Retrieval-augmented\\_generation](https://en.wikipedia.org/wiki/Retrieval-augmented_generation) Turtlecrown, CC BY-SA 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>, via Wikimedia Commons

## Un LLM francés y un fondo común digital para la educación: OpenLLM Francia y el proyecto LUCIE

El consorcio «OpenLLM France» es uno de los ganadores de la **convocatoria de proyectos «Communs Numériques pour l'IA Générative» promovida por BPIfrance (banco público de inversión) en el marco del plan France 2030**. «El consorcio OpenLLM France reúne a 17 actores que han unido sus fuerzas a raíz de la creación de la comunidad OpenLLM France, que agrupa actualmente a un **ecosistema de unas 200 entidades** (laboratorios públicos de investigación, proveedores potenciales de datos, actores tecnológicos especializados, proveedores de casos de uso...)».

El consorcio ha desarrollado LUCIE, «el primer modelo LLM soberano verdaderamente OpenSource, con un primer caso de uso centrado en la educación.»



**Una familia de LLM multimodales abiertos, de bajo coste y alto rendimiento que ofrecen transparencia y control**

 <p><b>FIABILIDAD Y SEGURIDAD</b> LLM preentrenados en datos limpios, conectados a bases de datos seguras, que pueden ser autoalojadas.</p> <p>Recopilación de datos «limpios» en francés. Permitir la inyección de conocimientos empresariales fiables para garantizar la fiabilidad de las respuestas generadas.</p>	 <p><b>CÓDIGO ABIERTO Y SOBERANÍA</b> Arquitectura de modelos, datos de entrenamiento y pesos auditables. Listos para evaluación y certificación.</p> <p>Garantizar la validez ética y reglamentaria (derechos de autor, RPGD, IA Act) de los modelos.</p>	 <p><b>RENDIMIENTO Y MULTIMODALIDAD</b> Soporte de voz. Optimización para sacar el mejor rendimiento en benchmarks adaptados.</p> <p>Caracterizar y popularizar una metodología y unos criterios de referencia adaptados al contexto industrial, sensible y francófono.</p>	 <p><b>EFICIENCIA</b> LLM ecológicos, todos con parámetros inferiores a 15B, capaces de realizar tareas especializadas avanzadas.</p> <p>Reducción de costes de formación e indiferencia. Reducción del impacto medioambiental.</p>
--	--	--	---

Fuente: <https://www.openllm-france.fr>

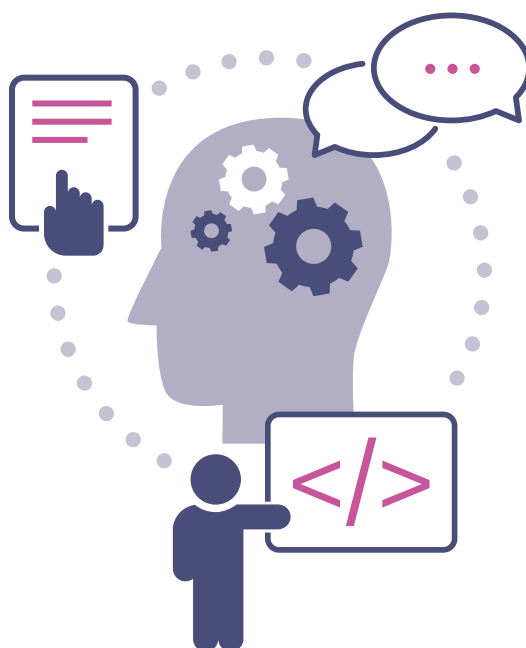
Acceso al modelo Lucie: <https://huggingface.co/spaces/Tonic/Lucie-7B>

## 6.3 Perspectivas de enseñanza/aprendizaje y formación

### ¿Cuál es su potencial educativo?

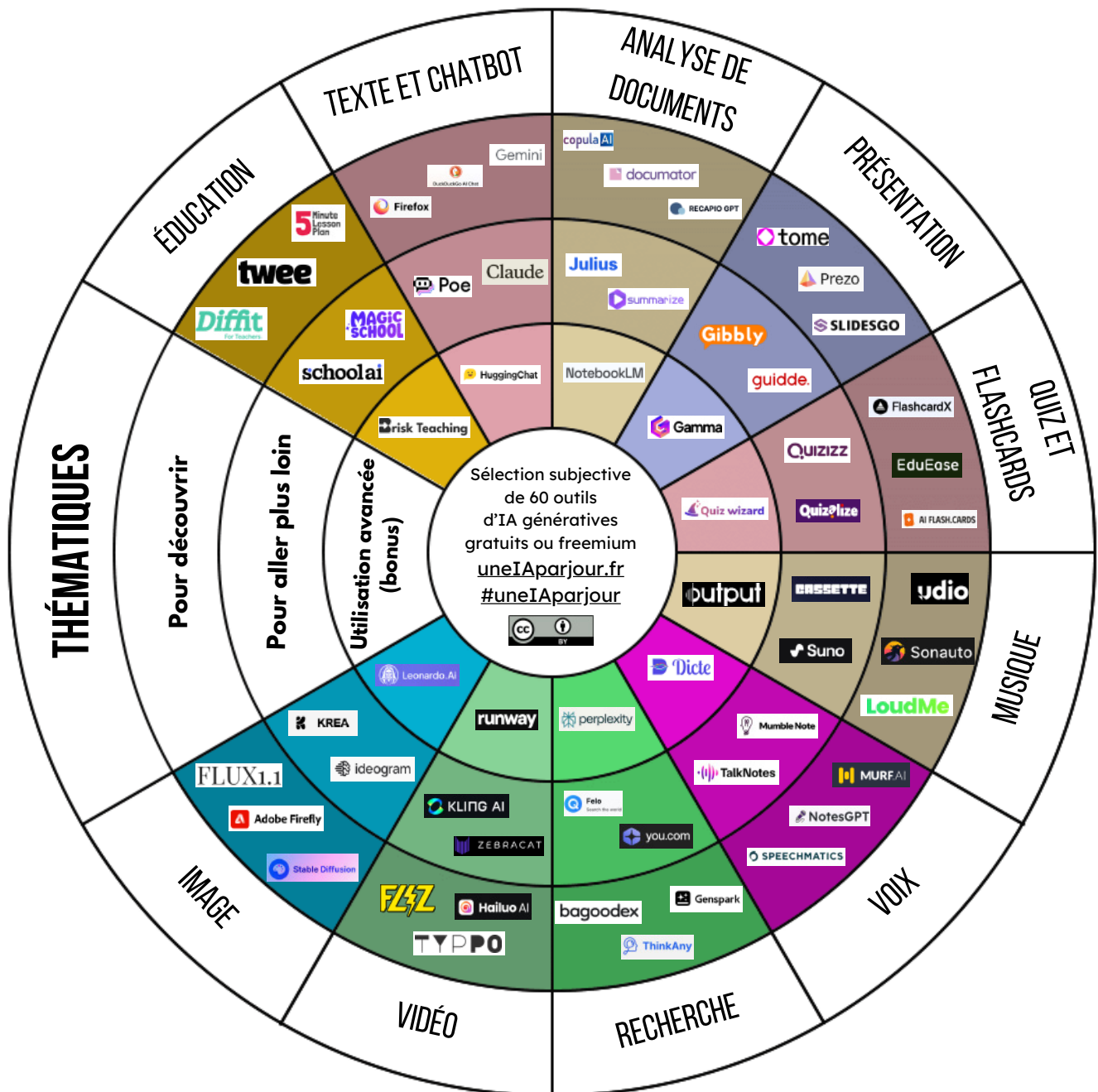
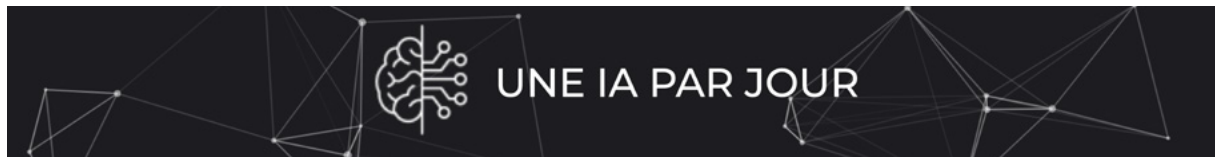
Este tipo de aplicación ofrece varios potenciales pedagógicos que la comunidad de profesores está explorando activamente y compartiendo actualmente:

- una asistencia **en ingeniería pedagógica** (diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje, véase la propuesta de matriz a continuación);
- **un apoyo a la creatividad** proponiendo, a partir de las consultas y preguntas planteadas, una primera base de redacción o de código;
- un **apoyo al aprendizaje del francés y de idiomas extranjeros** mediante la función de seguimiento conversacional;
- una **asistencia** para iniciar u optimizar una tarea de redacción;
- un **nuevo reto para la** educación en los medios de comunicación y la información (**EMI**) y un marco para la formación de mente crítica, que requiere que los profesores y sus alumnos comprueben sistemáticamente el contenido y la pertinencia de las respuestas proporcionadas.



## Seguimiento de la IA y la educación: el sitio «Une IA par jour»

<https://www.uneiaparjour.fr>



(Formet, 2023)

## Prompting e ingeniería pedagógica: ejemplo de matriz para una hoja de instrucciones

Información	Situación pedagógica	Campo por completar
Identidad Contexto Disciplina/área de aprendizaje	Soy profesor de [...] en [tal tipo de institución]	
Marco de acción Limitaciones Dificultades	La institución o los alumnos tiene(n) [tal perfil], han de frente a [tal dificultad]	
Finalidades Objetivos Público objetivo/nivel Acciones objetivo	Enseño a estudiantes de [tal nivel, tal edad] - quiero ayudarles a progresar o enseñarles [tal temática, tal punto del programa, tal competencia]	
Pregunta Solicitud	Quiero construir [tal secuencia], producir [tal recurso, tal situación de aprendizaje] para/con mis alumnos.	
Estilo Formato Palabras clave Etapas	Deseo la respuesta en forma de [lista/tabla...], para producir una imagen, un esquema, en un lenguaje adaptado a [tal nivel], utilizando las siguientes palabras clave: ... Eventualmente, completar con un ejemplo de la producción esperada. En caso necesario, detallar las etapas a seguir para mejorar el resultado ( <i>prompting</i> por «cadena de pensamiento»).	

(Allouche, 2023b)

### Las perspectivas de los grandes modelos de lenguaje para las personas con discapacidad

«Para empoderar a los alumnos con discapacidades, se pueden utilizar modelos de lenguaje en combinación con soluciones de voz a texto o de texto a voz para ayudar a las personas con discapacidad visual. En combinación con las oportunidades de tutoría en grupo y a distancia mencionadas anteriormente, los modelos lingüísticos se pueden utilizar **para desarrollar estrategias de aprendizaje inclusivas** con el apoyo adecuado en tareas como la redacción adaptativa, la traducción y el resalte de contenido importante en varios formatos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el uso de modelos lingüísticos grandes **debe ir acompañado de la ayuda de** profesionales como logopedas, educadores y otros especialistas que puedan adaptar la tecnología a las necesidades específicas de las discapacidades del alumno.»

(Kasneci et al., 2023)

## Taxonomía de Bloom revisada

«Utilice esta tabla como referencia para evaluar y considerar modificaciones en las actividades del curso alineadas (o, cuando sea posible, en los objetivos de aprendizaje) que resalten las habilidades humanas distintivas y/o integren herramientas de inteligencia artificial generativa (IA Gen) como complemento del proceso de aprendizaje.

Todas las actividades y evaluaciones del curso se beneficiarán de una revisión continua, dado el desarrollo constante de las capacidades de las herramientas de IA generativa.»

	Habilidades humanas distintivas	Cómo la IA Gen puede complementar el aprendizaje
<b>CREAR</b>	Participar en procesos creativos y cognitivos que movilicen la experiencia vivida, las interacciones socioemocionales, la intuición, la reflexión y el juicio para formular soluciones originales.	Apoyar los procesos de lluvia de ideas; proponer una gama de alternativas; enumerar ventajas e inconvenientes potenciales; describir casos reales exitosos; crear un producto tangible basado en las contribuciones humanas.
<b>EVALUAR</b>	Participar en una reflexión metacognitiva; evaluar globalmente las consecuencias éticas de diferentes opciones; situar una decisión en un contexto histórico o disciplinario completo.	Identificar ventajas e inconvenientes de diversas acciones; desarrollar y verificar criterios de evaluación.
<b>ANALIZAR</b>	Pensar de manera crítica y razonada en los ámbitos cognitivo y afectivo; justificar un análisis con profundidad y claridad.	Comparar y contrastar datos, inferir tendencias y temas en un contexto específico; calcular; predecir; interpretar y relacionar con problemas, decisiones y elecciones concretas.
<b>APLICAR</b>	Operar, implementar, conducir, ejecutar, experimentar y probar en el mundo real; aplicar la creatividad y la imaginación humanas al desarrollo de ideas y soluciones.	Utilizar un proceso, modelo o método para resolver una investigación cualitativa o cuantitativa; ayudar a los estudiantes a identificar sus errores al resolver un problema.
<b>COMPRENDER</b>	Contextualizar las respuestas en consideraciones emocionales, morales o éticas; seleccionar información relevante; explicar su importancia.	Describir con precisión un concepto con otras palabras; reconocer un ejemplo relacionado; traducir a otro idioma.
<b>RECORDAR</b>	Recordar información sin la ayuda de tecnologías accesibles.	Recuperar información fáctica; enumerar posibles respuestas; definir un término; construir una línea de tiempo o un calendario básico.

\* Capacidades de IA derivadas con referencia a un análisis del marco MAGE, basado en ChatGPT 4 en octubre de 2023. Ver Zaphir, L., Lodge, JM, Lise, J., McGrath, D., & Khosravi, H. (2024). ¿En qué medida una IA puede pensar de manera crítica? Un marco para evaluar la calidad del pensamiento de la inteligencia artificial generativa. Preimpresión arXiv arXiv:2406.14769.

(Oregon State University, 2024) [Traducción]

## Una pregunta abierta: ¿Dónde interviene la IA generativa en el triángulo pedagógico? (J. Houssaye)



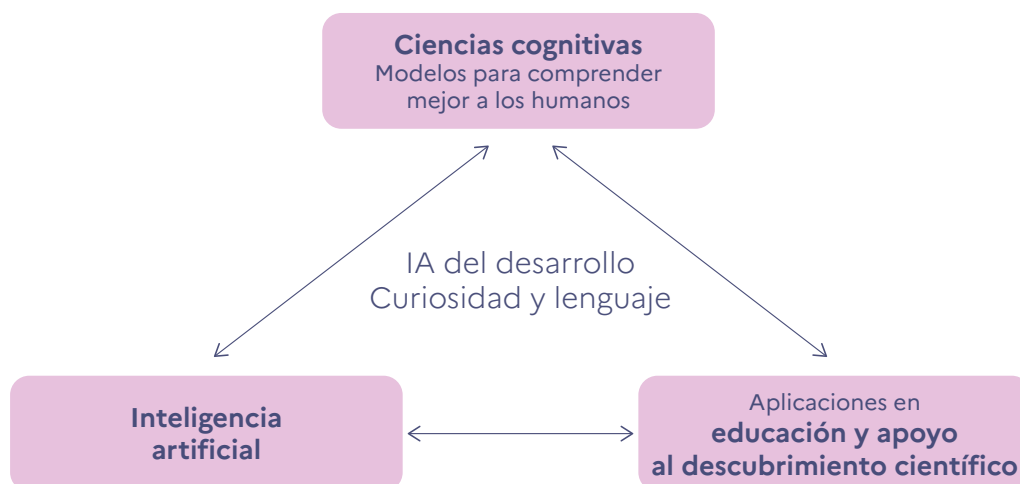
Fuente: Florent Dal Pos (EGLEFOR) CC BY-SA 4.0 (IID - Institut intelligence et données, ULaval, 2024) completado por (DNE-TN2, 2024)

## Agentes conversacionales, curiosidad y metacognición

«La **curiosidad epistémica (CE)**, es decir, el deseo de explorar la información por sí misma, es un fenómeno estudiado en diversos campos. Varios investigadores han destacado su papel fundamental en el desarrollo cognitivo y el fomento del aprendizaje permanente. Además, se considera que la CE es **clave para cultivar una mente capaz de adaptarse a las incertidumbres del mundo**. Estos estudios han suscitado un gran interés en la CE en el ámbito educativo, ya que se considera esencial para permitir a los individuos ser activos y dueños de su propio aprendizaje. Estas son propiedades cruciales a la hora de afrontar algunos de los desafíos educativos: proporcionar a los estudiantes un apoyo adaptado a sus capacidades y motivaciones, y ayudarles a ser aprendices autónomos e independientes en entornos dinámicos e inciertos.»

(Abdelghani, 2024)

## AI curiosity and education



(Pierre-Yves Oudeyer, 2024)

«La capacidad de los alumnos para formular preguntas curiosas es una habilidad crucial que mejora sus procesos de aprendizaje. Para entrenar esta habilidad, **investigaciones anteriores han utilizado un agente conversacional que proporciona pistas específicas para estimular la curiosidad de los niños** durante el aprendizaje. A pesar de su eficacia pedagógica, este método sigue siendo limitado, ya que se basa en la generación manual de estos mensajes para cada recurso educativo, lo que puede ser un proceso muy largo y costoso. En este contexto, **partimos de los avances en el procesamiento del lenguaje natural y exploramos el uso de un gran modelo lingüístico (GPT-3) para automatizar la generación de las pistas de curiosidad** de este agente para ayudar al alumnado a formular más preguntas y más profundas. A continuación, utilizamos este estudio para estudiar otro comportamiento del agente que suscita la curiosidad. En el estudio participaron 75 alumnos de entre 9 y 10 años. Interactuaron con un agente conversacional creado a mano que ofrecía pistas «cerradas» extraídas manualmente que conducían a preguntas predefinidas, o con un agente dirigido por GPT-3 que planteaba el mismo tipo de pistas, o con un agente dirigido por GPT-3 que sugería pistas «abiertas» que conducían a varias preguntas posibles. Los resultados mostraron un rendimiento similar en las preguntas entre los niños que tenían los dos agentes «cerrados», pero un rendimiento significativamente mejor para los participantes con el agente «abierto». Nuestros primeros resultados sugieren la **validez del uso de GPT-3 para facilitar la aplicación de tecnologías de aprendizaje que estimulan la curiosidad**. En una segunda fase, demostramos que el GPT-3 puede ser eficaz para proponer pistas abiertas relevantes que doten a los niños de mayor autonomía para expresar su curiosidad.»

(Abdelghani et al., 2023)

## ¿Cuáles son los límites y los puntos de vigilancia (dimensiones éticas, pedagógicas y científicas)?

Se realizaron varias pruebas para evaluar el rendimiento y los límites de ChatGPT (GPT 3.5) (Allouche, 2023a). El siguiente diagrama propone una modelización de un recorrido de usuario crítico, que integra instrucciones que pueden ser sencillas o complejas, desde una simple solicitud de información hasta una problematización.

### Modelización de recorrido de usuario crítico con un agente de conversación



(Allouche, 2023a) actualizado

Al final de estas pruebas, se pueden señalar varios límites y puntos de vigilancia (teniendo en cuenta que, en el marco **del RGPD** la aplicación no se puede utilizar en un entorno escolar, solo son posibles usos a título individual, bajo el régimen del contrato privado):

- por el momento, las respuestas proporcionadas **no se basan en datos en tiempo real** a través de una conexión web (hay que comprobarlo, pero se trata de datos procedentes de la web, anteriores a 2022);
- **resultan** sesgadas debido a la naturaleza de los datos tratados, aunque se apliquen filtros para limitar los sesgos más evidentes;
- los **errores factuales** y posibles «alucinaciones» requieren casi siempre una verificación del contenido por parte del usuario, lo que puede constituir tanto un punto débil como uno fuerte en un marco pedagógico para desarrollar el espíritu crítico y establecer una distancia con el contenido generado;
- el riesgo de producir y difundir infox o información trunca, errónea o no verificable;
- una tecnología de este tipo, debido incluso a su rendimiento y a la masa de los datos procesados (sin transparencia sobre la naturaleza de los mismos), plantea inevitablemente dudas sobre las referencias (¿podemos referirnos a las respuestas producidas cuando no son reproducibles y su fuente no se indica sistemáticamente?), sobre la autoría de los contenidos (¿a quién pertenecen?, ¿se puede atribuir la autoría de una obra a una IA?) (Stokel-Walker, 2023) o sobre los **derechos de autor** (¿las respuestas generadas a partir de estos datos masivos respetan los derechos de autor cuando es aplicable? por ejemplo, sobre una obra científica o literaria que no es de licencia libre);
- **la ausencia de fuentes** – o el posible carácter erróneo de las citadas – constituye una verdadera dificultad para su uso en un marco académico (educación, investigación y documentación), a menos que el usuario lo solicite expresamente, y con la condición de que este verifique una a una las referencias citadas.

En respuesta a este problema, otras aplicaciones complementarias o de la competencia, como Bing Chat (el motor de búsqueda de Microsoft que ahora integra GPT-4) o Perplexity (<https://www.perplexity.ai>), ofrecen fuentes (pero no garantizan su pertinencia o integridad).

También cabe destacar el **impacto medioambiental** de este tipo de modelo, no específico de ChatGPT:

«Se ha estimado que entrenar el GPT-3 de OpenAI ha requerido tanta energía como conducir un coche a la luna y volver, generando así un equivalente a 85.000 kg de emisiones de CO<sub>2</sub> (Quach, 2020). Ahora se entiende ampliamente que el consumo de energía es un reto importante para la IA basada en datos (Strubell et al., 2019).»

(Holmes y Tuomi, 2022)

En resumen, las principales vías a explorar son principalmente la asistencia (ver ejemplos en las páginas 39 y 41), la inspiración, el complemento o la profundización. De hecho, este salto tecnológico invita sobre todo a los investigadores y a los pedagogos a innovar, colaborar, informarse y **formarse, a tomar distancia y a ser críticos** para acompañar a los alumnos en su aprendizaje y formación.

## Una importante publicación sobre la evolución de los métodos de evaluación con IA generativa (Cao & Dede, 2023) Harvard



«Una educación muy centrada en los productos reduce el aprendizaje a una transacción, intercambiando un producto por una nota, en lugar de proporcionar una experiencia humana transformadora. (...) Si el sistema educativo se basa principalmente en la motivación extrínseca, el plagio va a ser rampante. (...) **Los educadores también pueden animar a los alumnos a aprovechar la IA generativa para mejorar su proceso de aprendizaje, haciendo hincapié en el valor del viaje y no sólo en el producto final.**»

(DNE-TN2, 2024) de (Cao & Dede, 2023)

## Riesgos y potenciales relacionados con los cinco retos de la evaluación de la IA generativa en la educación

	Características de las IA generativas	Riesgos	Potencial educativo de la evaluación
<b>El reto de la comprensión</b>	Sistemas de IA muy complejos	Descuidar el estudio de cómo funciona la IA generativa	Comprender las predicciones estadísticas y la influencia de los datos recopilados
<b>El reto de la simulación</b>	La acción sobre la forma da una ilusión de fiabilidad sobre el fondo	No detectar las ilusiones antropogénicas	Desarrollar el estudio de las ilusiones que producen un efecto de halo
<b>El reto de la verificación</b>	Errores y alucinaciones propios de la IA generativa	Ser engañado por información falsa	Prevenir la desinformación variando las fuentes utilizadas para detectarla
<b>El reto ético</b>	Derivar hacia la automatización en detrimento de la reflexión	Ceder al camino fácil para obtener resultados sin esfuerzo	Obligarse a respetar el proceso formativo
<b>El reto de la aplicación</b>	Tendencia a tecnificar la evaluación en el sentido del control	No integrar o integrar mal la IA en la enseñanza	Desarrollar la evaluación formativa utilizando la IA

«Las producciones de IA generativa **concernen por igual a estudiantes, profesores y ciudadanos de a pie**. El desarrollo de las tecnologías no dejará de buscar **resultados cada vez más espectaculares** para actuar sobre la fibra emocional y dejar huella en las mentes de las personas (imitación de la voz humana, resolución de problemas, explotación de los datos personales que todo el mundo proporciona gratuitamente y sin ser necesariamente consciente de ello a los gigantes tecnológicos). En este sentido, si bien la IA generativa ofrece la **perspectiva de un desafío contemporáneo en términos de evaluación**, parece que solo **la educación y la formación de los ciudadanos**, tanto jóvenes como mayores, nos permitirán hacer frente a este reto.»

(Audran, 2024)

## ¿Qué perspectivas hay para la estética y la creación?

«El *paradigma de la huella y el rastro* ha acompañado toda la historia de la fotografía desde su invención hasta la llegada de las imágenes digitales. La fotografía digital cuestiona la noción de huella dactilar. Con la llegada de la fotografía digital, la imagen fotográfica ya no es una imagen de plata realizada mediante una huella fotoquímica sobre una película fotosensible. Esto plantea la cuestión del referente de la imagen digital. Esta cuestión del referente fotográfico debe relativizarse con la llegada de la IA. **Con la inteligencia artificial, ya no hay un único referente, sino un conjunto de capas de referencialidad**. El *referente primario*, en el que se basa la generación de imágenes por parte de la IA, está constituido por las imágenes digitales captadas de la realidad. El *referente secundario* se sitúa en el espacio latente que el algoritmo ha producido a partir de una ontología de las denominadas imágenes primarias. **La imagen creada por la IA es, por tanto, el resultado de esta serie de múltiples referentes muy difíciles de rastrear**. Este trabajo de *referenciación y desglose* de las fuentes de las imágenes digitales se ha llevado a cabo en la **Académie de Toulouse**, en Secundaria. Por ejemplo, la secuencia pedagógica **Les coulisses de ton image** (<https://edubase.eduscol.education.fr/fiche/19817>), desarrollada en el marco del **programa TraAM**, ofrece a los alumnos la posibilidad de utilizar la tecnología digital como medio para crear una imagen, pero también como herramienta para captar las huellas y explicar las etapas del **proceso creativo de una imagen digital híbrida**. En este dispositivo pedagógico, el soporte digital permite reflexionar sobre la cuestión del referente en los nuevos sistemas digitales generadores de imágenes. La imagen generada por la inteligencia artificial deja así de ser una imagen pensada como huella fotosensible de la realidad para convertirse en una imagen posible.»

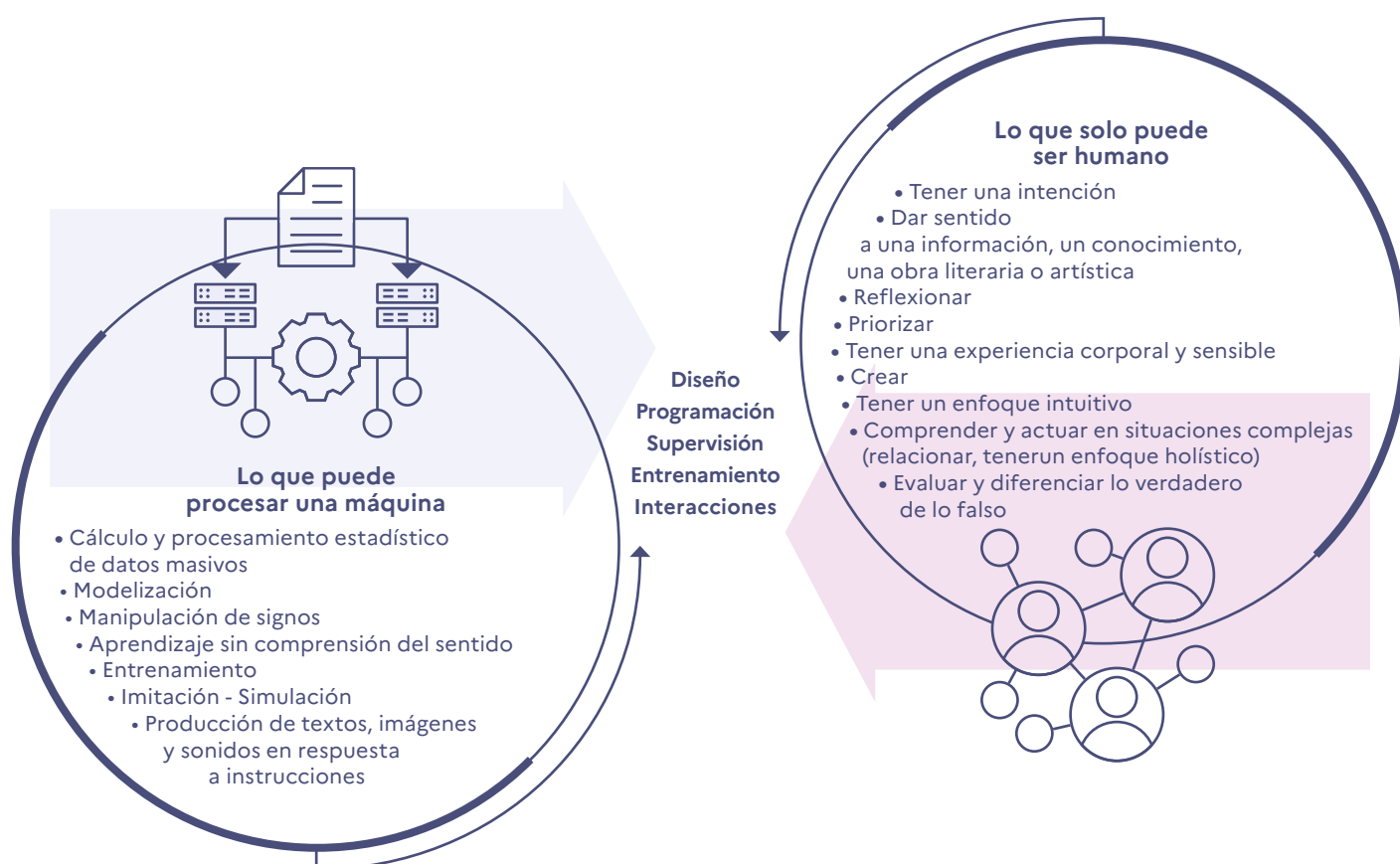
(Ministerio de Educación Nacional, 2024)



# Conclusión: puntos clave y perspectivas

## Qué puede ser o no ser IA

As the diagram below suggests, one of the challenges to overcome is the **distinction to be made with students between what is exclusively human** – giving meaning to information, knowledge, a literary or artistic work – **and what can reliably be entrusted to AI**: processing and computing big data, beyond human capability, for the purposes of prediction, probability or optimisation, but without intent or comprehension of what is produced.



(DNE-TN2, 2023)

# El futuro de la IA

IA generativa, educación y sociedad: ¿qué tendencias emergerán en los próximos 3-5 años?



Elie Allouche DNE-TN2 (2024)

## Modelización sistémica de la educación digital y perspectivas de la IA generativa

Modelización sistémica: unidades de actuación	Tendencias emergentes en IA generativa
1. Cambios en el entorno de la información	Desarrollo de sistemas multimodales de IA integrados el entorno de la información que permiten producir contenidos y adaptarlos a múltiples públicos y necesidades. Renovación de los métodos de educación, formación y evaluación, mayor necesidad de enseñanza del pensamiento crítico a todos los niveles. Un reto para la educación de los medios y la información.
2. Instrumentación de las aplicaciones prácticas	Uso generalizado de la IA generativa en la experiencia de usuario de las principales suites ofimáticas, aplicaciones, plataformas y redes sociales.
3. Desarrollo de competencias y métodos de formación	Nuevas competencias emergentes y desarrollo de capacidades en las organizaciones que integran la IA en el plan de estudios básico y en áreas especializadas. Acoplamiento de la ingeniería de peticiones (prompting) y la ingeniería empresarial.
4. Transformación de espacios y organizaciones	Una fusión de IA generativa, realidad aumentada y entornos inmersivos.
5. Profesionales en red	Formas de organizar y distribuir el trabajo, integrando sistemas de IA cada vez más potentes e incluso autónomos desde el inicio de los proyectos y procesos.
6. Digitalización del conocimiento	Alfabetizaciones transversales (digital/información, datos, IA).

(Allouche, 2024)

## ¿Hacia los agentes de IA autónomos?: la IA agéntica

«La agentividad se refiere a la capacidad de las inteligencias artificiales de llevar a cabo **acciones más o menos autónomas** para alcanzar objetivos. Una IA capaz de llevar a cabo dichas tareas de forma autónoma se denomina “agente”. En lugar de ser una característica binaria que los modelos pueden tener o no, esta agentividad se refiere a un mayor grado de autonomía del que están dotadas las aplicaciones, lo que permite calificarlas de agentes. El psicólogo Daniel Kahneman distingue entre dos modos de pensamiento que utiliza el cerebro: uno para procesar información y otro para tomar decisiones, el sistema 1 y el sistema 2. El reto de la agentividad es hacer que la IA pase de la primera fase a la segunda. **Las IA, de LLM, deberían convertirse en LAM o Large Action Models.**

Yann LeCun, responsable de IA en Meta, entrevistado por sus reporteros en la Universidad de Nueva York, donde es profesor, considera que la agentividad **uno de los principales impulsores del desarrollo de la inteligencia artificial**. De hecho, considera que la escalabilidad de los modelos de IA basados en la tecnología Transformer se enfrentará a una barrera que solo podrá superarse desarrollando nuevas tecnologías que permitirán que los sistemas sean más agénticos. En este sentido, habla de modelos de inteligencia artificial guiados por sus objetivos, denominados ODAI, del inglés

*Objective-Driven AI.* Las declaraciones de OpenAI en noviembre de 2024 también apuntan en esta dirección: la IA que permite la ejecución de tareas autónomas será probablemente el **próximo gran avance de la inteligencia artificial.**»

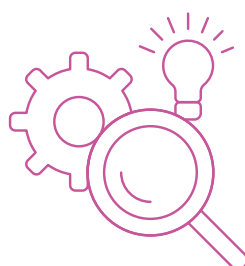
(Sabatou et al., 2024).

## IA, educación e investigación aplicada

### Áreas de trabajo para explorar en 2025 e implantar en 2030

1. ¿Hacia una renovación de los fundamentos y de la organización de la educación (sentido y finalidades, vínculo entre pensamiento y lenguaje, distinciones y complementariedades hombre/máquina, etc.)?
2. ¿Cuáles son los aspectos específicos de la transformación digital de la educación en tiempos aceleración e innovación (dirección y gobernanza, organización de ecosistemas de innovación, vínculos entre aceleración tecnológica global, enfoque sistémico e innovaciones locales, entre investigación aplicada y comunidades de práctica, etc.)?
3. ¿Cómo apropiarse de la IA en la educación de forma ética y responsable, individual y colectivamente (instituciones, comunidades de práctica)?
4. ¿Qué lugar ocupa la IA y qué cambios se producen en el triángulo educativo y pedagógico (ingeniería/diseño pedagógico, interacciones entre profesores y alumnos de IA, renovación de los métodos de aprendizaje y evaluación, etc.)?
5. ¿Qué lugar ocupa la alfabetización en IA en los itinerarios escolares, universitarios y formativos?
6. ¿Qué cambios se producen en la formación (inicial y continua) de los profesores y del personal directivo?
7. ¿Qué complementariedad, cruce e hibridación se da entre competencias disciplinarias y alfabetización en IA?
8. ¿Cómo podemos apoyar, formar y preparar para los crecientes retos en materia de alfabetización mediática e informacional y de pensamiento crítico?
9. ¿Qué modelos lingüísticos específicos hay para la enseñanza y el aprendizaje (disciplinarios, interdisciplinarios y transdisciplinarios)?
10. ¿Qué tipos y formas de colaboración existen para el diseño y el codiseño de modelos de IA en la educación?
11. ¿Cómo podemos desarrollar servicios de IA accesibles e inclusivos en el currículo escolar, en particular para los alumnos con necesidades educativas especiales?
12. ¿Qué lugar ocupan los agentes de IA autónomos y qué nueva agentividad hay para los agentes educativos en los procesos educativos, pedagógicos y formativos?

(DNE-TN2, 2025)



## Referencias

- Abdelghani, R. (2024). Guider les esprits de demain : Agents Conversationnels pour Entraîner la Curiosité et la Métacognition chez les Jeunes Apprenants [Thèse, Université de Bordeaux]. <https://theses.hal.science/tel-04697786>
- Abdelghani, R., Wang, Y.-H., Yuan, X., Wang, T., Lucas, P., Sauzéon, H., & Oudeyer, P.-Y. (2023). GPT-3-driven pedagogical agents for training children's curious question-asking skills. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00340-7>
- Allouche, E. (2023a, janvier 5). Sens et finalités du numérique en éducation – Hors-série : Tests et simulations d'« entretien » avec ChatGPT (Open AI) [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/7635>
- Allouche, E. (2023b, octobre 2). IA génératives et ingénierie pédagogique : Le *prompting*, pistes de travail et applications [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/9934>
- Allouche, E. (2024). Transformation numérique de l'éducation, approche systémique et recherche appliquée. *Médiations et médiatisations*, 17, Article 17. <https://doi.org/10.52358/mm.vi17.392>
- Allouche, E. (2024, septembre 4). IA et éducation : 10 repères [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://doi.org/10.58079/128ve>
- Association for the Advancement of Artificial Intelligence, & Computer Science Teachers Association. (2020). AI4K12. AI4K12. <https://ai4k12.org/>
- Association Française pour l'Intelligence Artificielle (AFIA). (2022, janvier 6). Journée Enseignement et Formation en IA : « IA pour l'enseignement ». *AfIA*. <https://afia.asso.fr/efia-2022/>
- Audran, J. (2024). Cinq enjeux d'évaluation face à l'émergence des IA génératives en éducation : Five Evaluation Challenges in the Face of the Emergence of Generative AI in Education. *Mesure et Évaluation en Éducation*, 47(1), 6-26. <https://edition.uqam.ca/mee/article/view/2609>
- Bengesi, S., El-Sayed, H., Sarker, M. K., Houkpati, Y., Irungu, J., & Oladunni, T. (2023). *Advancements in Generative AI: A Comprehensive Review of GANs, GPT, Autoencoders, Diffusion Model, and Transformers* (arXiv:2311.10242). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.10242>
- Boa Sorte, P., Farias, M. A. de F., dos Santos, A. E., Santos, J. do C. A., & Dias, J. S. dos S. R. (2021). Artificial intelligence in academic writing: What is in store with the GPT-3 algorithm? *Revista EntreLínguas*, 7(00). <https://periodicos.fclar.unesp.br/entrelinguas/article/download/15352/11410/51225>
- Bocquet, F. (2023, janvier 23). État de l'art et de la pratique de l'intelligence artificielle dans l'éducation (Holmes & Tuomi, 2022) [Traduction] [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/8350>
- Boisson, J., & DNE-TN2. (2023, janvier 12). Intelligence artificielle, traitement automatique des langues et agents conversationnels [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/8235>

- Cao, L., & Dede, C. (2023). Navigating A World of Generative AI : Suggestions for Educators. *Harvard Graduate School of Education*. <https://nextlevellab.gse.harvard.edu/2023/07/28/navigating-a-world-of-generative-ai-suggestions-for-educators/>
- Cardon, D., Cointet, J.-P., & Mazieres, A. (2018). La revanche des neurones : L'invention des machines inductives et la controverse de l'intelligence artificielle. *Réseaux*, 5(211). <https://doi.org/10.3917/res.211.0173>
- Cisel, M., & Baron, G.-L. (2019). Vers des intelligences artificielles pour l'enseignement de la démarche d'investigation. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 0, Article 0. <https://doi.org/10.26220/june.2990>
- CNIL. (2024, avril 8). IA : La CNIL publie ses premières recommandations sur le développement des systèmes d'intelligence artificielle. CNIL. <https://www.cnil.fr/fr/ia-la-cnil-publie-ses-premieres-recommandations-sur-le-developpement-des-systemes-dintelligence>
- CNIL. (2024, juillet 12). Entrée en vigueur du règlement européen sur l'IA : Les premières questions-réponses de la CNIL. CNIL. <https://www.cnil.fr/fr/entree-en-vigueur-du-reglement-europeen-sur-lia-les-premieres-questions-reponses-de-la-cnil>
- CNPEN. (2023, juin 30). Avis 7 du CNPEN Systèmes d'intelligence artificielle générative : Enjeux d'éthique. Comité Consultatif National d'Éthique. <https://www.ccne-ethique.fr/fr/publications/avis-7-du-cnpem-systemes-dintelligence-artificielle-generative-enjeux-dethique>
- CNRS. (2022, juillet 12). Livraison du plus grand modèle de langue multilingue « open science » jamais entraîné. CNRS. <https://www.cnrs.fr/fr/livraison-du-plus-grand-modele-de-langue-multilingue-open-science-jamais-entraine>
- Collin, S., & Marceau, E. (2021). L'intelligence artificielle en éducation : Enjeux de justice. *Formation et profession*, 29(2), 1. <https://doi.org/10.18162/fp.2021.a230>
- Commission de l'intelligence artificielle. (2024, mars 13). *Un rapport pour saisir les opportunités de l'intelligence artificielle*. <https://www.gouvernement.fr/actualite/25-recommandations-pour-lia-en-france>
- Conseil de l'Europe. (2023, décembre 9). Législation sur l'intelligence artificielle : Le Conseil et le Parlement parviennent à un accord sur les premières règles au monde en matière d'IA. Conseil européen - Conseil de l'Union européenne. <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2023/12/09/artificial-intelligence-act-council-and-parliament-strike-a-deal-on-the-first-worldwide-rules-for-ai/>
- Cour des comptes. (2023). *La stratégie nationale de recherche en intelligence artificielle*. Cour des comptes. <https://www.ccomptes.fr/fr/publications/la-strategie-nationale-de-recherche-en-intelligence-artificielle>
- CSEN, & DNE-TN2. (2022, novembre 7). Synthèse et recommandations du groupe de travail « Intelligence artificielle et numérique pour l'éducation » du CSEN [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/6707>
- De la Higuera, C., & Bocquet, F. (2020, juillet 9). L'éducation, la formation des enseignants et l'apprentissage de l'intelligence artificielle : Un aperçu des questions clés [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/1973>
- Devillers, L. (2023, février 20). ChatGPT et « intelligences » artificielles : Comment déceler le vrai du faux. *The Conversation*. <http://theconversation.com/chatgpt-et-intelligences-artificielles-comment-deceler-le-vrai-du-faux-200181>

Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). *BERT : Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding* (arXiv:1810.04805). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.04805>

Direction du développement de la culture numérique - Sous-ministériat du numérique et de l'information. (2024). *L'utilisation pédagogique, éthique et légale de l'intelligence artificielle générative — Guide destiné au personnel enseignant*. Ministère de l'Éducation - Gouvernement du Québec. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/education/Numerique/Guide-utilisation-pedagogique-ethique-legale-IA-personnel-enseignant.pdf>

Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, Y., & European Commission. (2022). *Lignes directrices pour les enseignants et les éducateurs en matière de lutte contre la désinformation et de promotion de l'habileté numérique par l'éducation et la formation*. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a224c235-4843-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-fr>

DNE-TN2. (2021, juin 30). *Le deep learning, un tournant épistémologique pour les SHS ?* (Huma-Num LAB, 2020) [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/3203>

DNE-TN2. (2022, janvier 20). *Les enjeux éducatifs à l'ère de l'Intelligence Artificielle : GTnum #Scol\_IA – Maison de l'Intelligence artificielle* [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/3898>

DNE-TN2. (2023a, mars 9). *Intelligence artificielle et éducation ouverte : Retour sur la journée du GTnum #IA\_EO (26/01/23)* [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/8605>

DNE-TN2. (2023b, juillet 10). *Enseigner et apprendre à l'ère de l'intelligence artificielle : Portfolio du GTnum #Scol\_IA* [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/9593>

DNE-TN2. (2023c, septembre 6). *Intelligence artificielle et éducation ouverte : Portfolio du GTnum #IA\_EO* [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/9781>

DNE-TN2. (2024a, février 14). *IA génératives et établissements scolaires du Grand-Est : Présentation du GTnum #IA2GE* [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://doi.org/10.58079/vu1d>

DNE-TN2. (2024b, mars 22). *Intelligence artificielle générative et grands modèles de langage en éducation : Présentation du GTnum #GenIAL* [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://doi.org/10.58079/w2i5>

DNE-TN2. (2024, septembre 16). *IA générative et apprentissages : Évaluer la production ou le processus ?* (Cao & Dede, 2023) [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://doi.org/10.58079/12b2i>

DNE-TN2. (2024, septembre 23). *CREIA – Communauté de Réflexion en Éducation sur l'Intelligence Artificielle* [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://doi.org/10.58079/12cac>

Draghi, M. (2024, septembre 9). *EU competitiveness : Looking ahead - European Commission*. Commission Européenne - European Commission. [https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead\\_en](https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en)

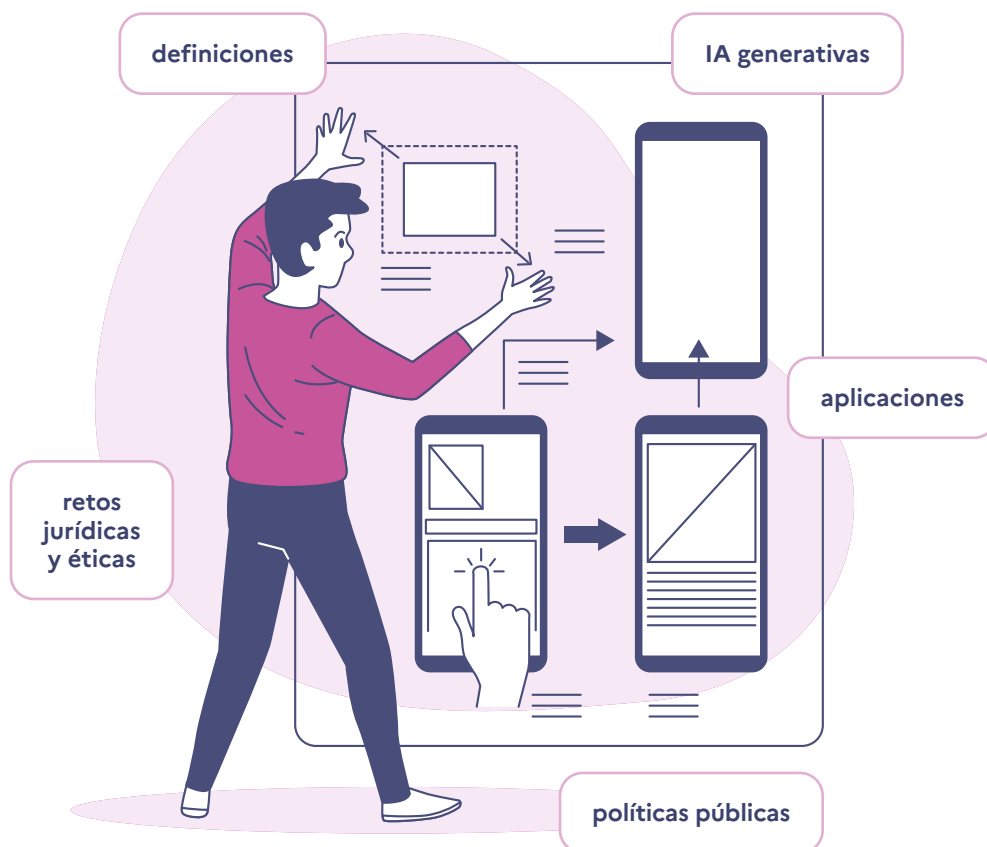
- European Commission. Directorate General for Education, Youth, Sport and Culture. (2022). *Lignes directrices éthiques sur l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) et des données dans l'enseignement et l'apprentissage à l'intention des éducateurs*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756>
- Formet, B. (2023). *Une IA par jour*. Une IA par jour. <http://uneiaparjour.fr/>
- Frau-Meigs, D. (2024). L'autonomisation des utilisateurs grâce aux réponses apportées par l'éducation aux médias et à l'information à l'évolution de l'intelligence artificielle générative (IAG). *UNESCO Digital Library*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388547\\_fre](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388547_fre)
- Ganascia, J.-G. (2022, juin 10). *Intelligence artificielle et épistémologie. Allers-retours indispensables*. JECIS. <https://hal.science/hal-03760357>
- Gao, Y., Xiong, Y., Gao, X., Jia, K., Pan, J., Bi, Y., Dai, Y., Sun, J., Guo, Q., Wang, M., & Wang, H. (2024). *Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models : A Survey* (No. arXiv:2312.10997). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.10997>
- Gelin, L. (2022). *Reconnaissance automatique de la parole d'enfants apprenants-tes lecteurs-trices en salle de classe : Modelisation acoustique de phones* [Thèse, Toulouse 3]. <https://hal.science/tel-03715653v1>
- Gouvernement - Direction générale des Entreprises. (2023). *Éduquer à l'Intelligence artificielle*. Stratégie nationale pour l'intelligence artificielle. <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/numerique/enjeux/developper-ecosysteme-de-talents>
- Gouvernement français. (2024). *Avec France 2030, la France positionne l'IA comme un accélérateur et un différentiateur d'innovation : Dossier de presse*. Gouvernement de la République française. <https://www.info.gouv.fr/upload/media/content/0001/10/1e3304508d16af36727cd284ced41f53f9bfd346.pdf>
- Gozalo-Brizuela, R., & Garrido-Merchan, E. C. (2023). *ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2301.04655>
- Grand lexique français de l'Intelligence artificielle*. (2021). DataFranca Wiki. <https://datafranca.org/wiki/Accueil>
- Herft, A. (2023). *Guide de l'enseignant—L'usage de ChatGPT « ce qui marche le mieux »* (A. Gagné, Trad.). <https://labua.univ-angers.fr/wp-content/uploads/2023/01/ChatGPT-Guide-de-lenseignant-FR.pdf>
- Holmes, W., Persson, J., Chounta, I.-A., Wasson, B., & Dimitrova, V. (2022). *Artificial intelligence and education—A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law*. Council of Europe. <https://rm.coe.int/artificial-intelligence-and-education-a-critical-view-through-the-lens/1680a886bd>
- Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>
- Hsiao, S. (2023, décembre 6). *Bard gets its biggest upgrade yet with Gemini*. Google. <https://blog.google/products/bard/google-bard-try-gemini-ai/>
- IID - Institut intelligence et données, ULaval (Réalisateur). (2024, octobre 29). *L'IA générative au service de l'apprentissage : Perspectives et enjeux pédagogiques - Ange Tato* [Enregistrement vidéo]. <https://www.youtube.com/watch?v=sc2TpJQQHQ0>

- Inria, & AI4T. (2023). *Intelligence artificielle pour et par les enseignants*. FUN MOOC. <http://www.fun-mooc.fr/fr/cours/intelligence-artificielle-pour-et-par-les-enseignants-ai4t/>
- Inria, & Class'Code. (2020). *L'Intelligence Artificielle... avec intelligence ! (MOOC)*. FUN-MOOC. <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/lintelligence-artificielle-avec-intelligence/>
- Inria Flowers (Réalisateur). (2023a, mars 8). *Comment fonctionne ChatGPT? Un tour d'horizon en moins de 5mn*. <https://www.youtube.com/watch?v=K8gOvC8gvB4>
- Inria Flowers (Réalisateur). (2023b, mars 13). *Le prompting, ou l'art de se faire comprendre par ChatGPT : Explication en 5mn*. [https://www.youtube.com/watch?v=8IQ9i\\_QoA3A](https://www.youtube.com/watch?v=8IQ9i_QoA3A)
- Kasneji, E., Sebler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneji, G. (2023). *ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education*. <https://doi.org/10.35542/osf.io/5er8f>
- Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Gasevic, D., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., & Tsai, Y.-S. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100074. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>
- Langlais, P.-C. (2023, février 7). *ChatGPT : Comment ça marche ? [Billet]*. *Sciences communes*. <https://scoms.hypotheses.org/1059>
- Le Blanc, B. (2014). Alan Turing : Les machines à calculer et l'intelligence. *Hermès, La Revue*, 68(1), 123-126. <https://doi.org/10.3917/herm.068.0123>
- Le Cun, Y., Brizard, C., & Brizard, C. (2019). *Quand la machine apprend : La révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond*. Odile Jacob.
- Le Cun, Y. et al. (2022, février 2023). *Yann LeCun on a vision to make AI systems learn and reason like animals and humans*. Meta AI. <https://ai.meta.com/blog/yann-lecun-advances-in-ai-research/>
- LeCun, Y. (2022). *A Path Towards Autonomous Machine Intelligence*. <https://openreview.net/pdf?id=BZ5a1r-kVsf>
- Lex Fridman (Réalisateur). (2024, mars 7). *Yann LeCun : Meta AI, Open Source, Limits of LLMs, AGI & the Future of AI | Lex Fridman Podcast #416 [Enregistrement vidéo]*. <https://www.youtube.com/watch?v=5t1vTLU7s40>
- Lepage Alexandre (Réalisateur). (2022, mars 3). *L'intelligence artificielle en éducation*. <https://www.youtube.com/watch?v=ZAu0xllcls>
- Lo, C. K. (2023). What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*, 13(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- Lorenz, P., Perset, K., & Berryhill, J. (2023). *Initial policy considerations for generative artificial intelligence*. OCDE. <https://doi.org/10.1787/fae2d1e6-en>
- Luccioni, S., Trevelin, B., & Mitchell, M. (2024, septembre 3). *The Environmental Impacts of AI -- Primer*. Hugging Face. <https://huggingface.co/blog/sasha/ai-environment-primer>
- Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104.locale=fr>

- Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Bibliothèque Numérique. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- Miao, F., & Shiohira, K. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/JKJB9835>
- Ministère de l'éducation nationale. (2024). Esthétiques de l'artificiel (*Lettre d'information sur le numérique éducatif* No. 24; *ÉduNum Thématique*). <https://eduscol.education.fr/document/61099/download?attachment>
- OCDE. (2023, mars 28). *Is Education Losing the Race with Technology?: AI's Progress in Maths and Reading*. OCDE. <https://www.oecd.org/education/is-education-losing-the-race-with-technology-73105f99-en.htm>
- OCDE, Varsik, S., & Vosberg, L. (2024). The potential impact of Artificial Intelligence on equity and inclusion in education (*OECD Artificial Intelligence Papers 23; OECD Artificial Intelligence Papers, Vol. 23*). <https://doi.org/10.1787/15df715b-en>
- OpenAI. (2023). *GPT-4 Technical Report*. OpenAI. <https://cdn.openai.com/papers/gpt-4.pdf>
- Oregon State University, E. (2024). Bloom's Taxonomy Revisited – Artificial Intelligence Tools. *Faculty Support | Oregon State Ecampus*. <https://ecampus.oregonstate.edu/faculty/artificial-intelligence-tools/blooms-taxonomy-revisited/>
- Pierre-Yves Oudeyer (Réalisateur). (2024, février 9). Intelligence artificielle, curiosité et éducation [Enregistrement vidéo]. [https://www.youtube.com/watch?v=J-p\\_E\\_lwff0](https://www.youtube.com/watch?v=J-p_E_lwff0)
- Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education : The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
- Parlement européen. (2023, décembre 9). *Artificial Intelligence Act: Deal on comprehensive rules for trustworthy AI*. News European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20231206IPR15699/artificial-intelligence-act-deal-on-comprehensive-rules-for-trustworthy-ai>
- Pôle d'expertise de la régulation numérique. (2023). ChatGPT ou la percée des modèles d'IA conversationnels. *Gouvernement français*, 6. [https://www.peren.gouv.fr/rapports/2023-04-06\\_Eclairage%20sur\\_CHATGPT\\_FR.pdf](https://www.peren.gouv.fr/rapports/2023-04-06_Eclairage%20sur_CHATGPT_FR.pdf)
- Pôle d'expertise et de régulation numérique. (2024). Open source et IA : des synergies à repenser ? *Éclairage sur...* [https://www.peren.gouv.fr/rapports/2024-04-03\\_Eclairage%20sur\\_OpenSource-IA\\_FR.pdf](https://www.peren.gouv.fr/rapports/2024-04-03_Eclairage%20sur_OpenSource-IA_FR.pdf)
- Popenici, S. A. D., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12*(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>
- Romero, M., Aloui, H., Heiser, L., Galindo, L., & Lepage, A. (2021). *Un bref parcours sur les ressources, pratiques et acteurs en IA et éducation*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03190014>
- Romero, M., Heiser, L., Lepage, A., Gagnebien, A., Bonjour, A., Lagarrigue, A., Palaude, A., Boulord, C., Gagneur, C.-A., Mercier, C., Caucheteux, C., Guidoni-Stoltz, D., Tressols, F., Alexandre, F., Céci, J.-F., Metral, J.-F., Camponovo, J., Henry, J., Fouché, L., ... Borgne, Y.-A. L. (2023). *Enseigner et apprendre à l'ère de l'intelligence artificielle : Livre blanc du G7num #Scol\_IA: Vol. Livre blanc*. <https://hal.science/hal-04013223>

- Sabatou, A., Chaize, P., & Narassiguin, C. (2024). *ChatGPT, et après ? Bilan et perspectives de l'intelligence artificielle*. Sénat - OPECST. <https://www.senat.fr/salle-de-presse/dernieres-conferences-de-presse/page-de-detail-2/chatgpt-et-apres-bilan-et-perspectives-de-lintelligence-artificielle-4126.html>
- Singh, R., & Gill, S. S. (2023). Edge AI : A survey. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, 71-92. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.02.004>
- Stokel-Walker, C. (2023). ChatGPT listed as author on research papers: Many scientists disapprove. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00107-z>
- Susnjak, T. (2022). *ChatGPT: The End of Online Exam Integrity?* (arXiv:2212.09292). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.09292>
- Tatot, F., & Vermot Desroches, G. (2024). Impacts de l'intelligence artificielle : Risques et opportunités pour l'environnement. Conseil économique social et environnemental. <https://www.lecese.fr/travaux-publies/impacts-de-lintelligence-artificielle-risques-et-opportunités-pour-lenvironnement>
- Thouverez, P. (2024, novembre 21). Agents autonomes : L'IA en roue libre ? *Techniques de l'Ingénieur*. <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/agents-autonomes-lia-en-roue-libre-139345/>
- Touvron, H., Lavril, T., Izacard, G., Martinet, X., Lachaux, M.-A., Lacroix, T., Rozière, B., Goyal, N., Hambro, E., Azhar, F., Rodriguez, A., Joulin, A., Grave, E., & Lample, G. (2023). *LLaMA : Open and Efficient Foundation Language Models* (arXiv:2302.13971). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.13971>
- UNESCO. (2019). *Consensus de Beijing sur l'intelligence artificielle et l'éducation*. UNESCO Bibliothèque Numérique. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- UNESCO. (2021). *IA et éducation : Guide pour les décideurs politiques*. UNESCO Bibliothèque Numérique. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380006>
- UNESCO. (2022). *K-12 AI curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula*. UNESCO Bibliothèque Numérique. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>
- UNICEF. (2021, novembre). *Orientations stratégiques sur l'IA destinée aux enfants 2.0*. UNICEF. <https://www.unicef.org/globalinsight/fr/rapports/orientations-strat%C3%A9giques-sur-lia-destin%C3%A9e-aux-enfants>
- UNESCO. (2023). *Enseigner l'intelligence artificielle au primaire et au secondaire : Une cartographie des programmes validés par les gouvernements*. UNESCO Digital Library. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602\\_fre](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_fre)
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2017). *Attention Is All You Need*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1706.03762>
- Wang, Z., Bi, B., Pentylala, S. K., Ramnath, K., Chaudhuri, S., Mehrotra, S., Zixu, Zhu, Mao, X.-B., Asur, S., Na, & Cheng. (2024). *A Comprehensive Survey of LLM Alignment Techniques : RLHF, RLAI, PPO, DPO and More* (No. arXiv:2407.16216). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.16216>

**Referencia del artículo:** DNE-TN2 (2025). Inteligencia artificial y educación: Aportaciones de la búsqueda y retos para las políticas públicas (edición trilingüe). Educación, investigación y tecnología digital.  
<https://edunumrech.hypotheses.org/13849>







# *Carnet Hypothèses*

## Educación, digital e investigación




<https://edunumrech.hypotheses.org/>

### Contact



Direction du numérique pour l'éducation  
(Ministère de l'Éducation nationale,  
de l'Enseignement supérieur et de la Recherche)  
Bureau du soutien à l'innovation numérique  
et à la recherche appliquée (DNE TN2)

@Edu\_Num

 Licence Ouverte 2.0  
Open Licence 2.0